

Opinnäytetyö (YAMK)

Sosiaali- ja terveysalan kehittäminen ja johtaminen

2018

Tiina Mäkilä

TYKS KLIINISEN MIKROBIOLOGIAN PCR- PROSESSIEN ARVIOINTI JA KEHITTÄMINEN

– Lean-filosofiaa hyödyntäen

Tiina Mäkilä

TYKS KLIINISEN MIKROBIOLOGIAN PCR-PROSESSIEN ARVIOINTI JA KEHITTÄMINEN

- Lean-filosofiaa hyödyntäen

Lean-filosofian hyödyntäminen organisaatioiden prosessien parantamisessa on osoittanut toimivuutensa niin kliinisessä laboratoriotoiminnassa kuin muuallakin terveydenhuollossa. Asiakaslähtöinen Lean-toimintastrategia, jossa tavoitellaan virtaustehokkaita ja resursseja oikein hyödyntäviä prosesseja, sopii erinomaisesti Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin arvoihin ja strategiaan.

Kehittämiprojektin tavoitteena oli kehittää yhtenäinen ja virtaustehokas laboratorioprosessi perinteisin menetelmin tehtäviin Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion molekylaarisen diagnostiikan PCR-tutkimuksiin (PCR= polymeraasiketjureaktio). Tavoitteena oli paitsi yhdistää osastojen prosesseja, myös parantaa tutkimusten virtaustehokkuutta Lean-filosofiaa hyödyntäen, jolloin laboratoriotutkimusten vastaukset saavuttaisivat potilaan nopeammin kuin nykytilassa. Projektin tarkoituksena oli Lean-filosofian mukaisesti kuvata ja arvioida Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion nykyisiä PCR-prosesseja, etsiä niissä olevia hukatekijöitä ja luoda lopuksi tulevaisuuden visio Medisiina D-uudisrakennuksessa tehtävästä PCR-prosessista.

Kehittämiprojektin tutkimuksellisessa osuudessa kahden osaston PCR-laboratorioprosesseja mallinnettiin arvovirtakuvauksin VSM-työpajoissa (VSM= value stream mapping) sekä havainnoimalla. Prosessien kuvaamisen lisäksi nykytilaa havainnoitiin etsimällä prosesseista hukatekijöitä, jotka laskevat laboratoriotutkimusten virtaustehokkuutta. Aineistonkeruun ja aineiston analysoinnin tuloksina muodostettiin nykytilan arvovirtakuvaukset, niistä johdetut laskennalliset parametrit sekä yhteenvedot PCR-prosesseissa havaitusta 45 hukatekijästä. Tulokset osoittivat vaihtelun PCR-tutkimusten IR-TAT (In lab to reporting turnaround time) - läpimenoajoissa sekä prosessien virtaustehokkuuksissa.

Kehittämiprojektin päätuotoksena kehitettiin tulevaisuuden arvovirtakuvaus uudesta, vähemmän hukkaa sisältävästä yhtenäisestä ja virtaustehokkaammasta laboratorioprosessista. Tulevaisuuden arvovirtakuvauksessa tutkimusten IR-TAT-läpimenoaikojen lasku on parhaimmillaan 80 % ja joidenkin tutkimusten virtaustehokkuus kasvaa jopa 56 %. Lean-näkökulmasta potilaalle tuotetaan lisäarvoa aikaisemmin valmistuvina laboratoriotuloksina jotka mahdollistavat nopeamman hoitopäätöksen.

Uuden laboratorioprosessin käyttöönotto pyritään varmistamaan implementointisuunnitelmalla. Lean-filosofiassa keskeistä on jatkuva parantaminen, jonka vuoksi prosessien sujuvuutta ja niiden sisältämää hukkaa tulisi tarkastella säännöllisesti.

ASIASANAT:

Lean, arvovirtakuvaus, virtaustehokkuus, hukka, mikrobiologia, PCR-laboratorio

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Health and Well-being / Management and Leadership in Health Care

2018| 84 pages, 21 pages in appendices

Instructor: Raija Nurminen

Tiina Mäkilä

LEAN LABORATORY

- Creating improved PCR-process in Clinical Molecular Microbiology

Lean Philosophy has been successfully used in clinical laboratories and in other healthcare settings to improve the processes. Lean is a quality and process improvement method that emphasizes consideration of the customer's needs, employee involvement, and continuous improvement. Lean is a strategy that is aimed to increase productivity and to improve quality and patient care. Lean Philosophy suits perfectly for the values and the strategy of the Hospital District of Southwest Finland.

The aims of this thesis were to combine processes of two PCR-laboratory units and increase the efficiency of microbiology PCR-laboratory processes. The main goal was to provide PCR-laboratory results faster than in current state. The purpose of this development project was to perform current state value stream mapping of the process, identify the waste and finally create the vision of the future state value stream map.

The study of the project was carried out by VSM (value stream map) – workshops and by observation of the samples and the processes. The aim was to find variation, waste and other inefficient areas in current state. According to the results there are 45 waste factors in PCR-processes, which decrease the flow efficiency. The results were also shown, that there are lots of variation in IR-TAT (In lab to reporting) - turnaround times and in flow efficiency between the PCR-processes.

The vision for PCR-sample analysis process in a microbiological laboratory was created based on the results. In the future state value stream map IR-TAT- turnaround times will decrease even 80 % and flow efficiency is able to increase 56 %. Laboratory services in healthcare play a vital role in patient care. With a faster laboratory result, it is possible to provide more value for the patient.

Implementation plan was created to ensure that the future value stream map will be taken in use. In Lean practice, improvement is never finished. The next step after the implementation should be new current state value stream map performing and new waste observation.

KEYWORDS:

Lean, value stream mapping, flow efficiency, waste, microbiology, PCR-laboratory

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO	7
1 JOHDANTO	9
2 KEHITTÄMISPROJEKTI	10
2.1 Projektin lähtökohdat ja tarve	10
2.2 Projektin tavoite ja tarkoitus	10
2.3 Projektin toteutus	11
3 KLIININEN MIKROBIOLOGIA	17
3.1 Kliinisen mikrobiologian laboratorio	17
3.2 PCR-menetelmät kliinisessä mikrobiologiassa	18
3.3 PCR-laboratorion toiminta	19
4 LEAN	22
4.1 Lean-määritelmä	22
4.2 Lean-käsitteitä ja -termejä	23
4.2.1 Arvovirtakuvaus	25
4.2.2 Hukka	27
4.3 Lean-johtamismalli	29
4.4 Lean terveydenhuollossa	32
4.4.1 Lean kliinisessä laboratoriotoiminnassa	33
4.4.2 Lean-implementoinnin edellytykset	36
5 TUTKIMUKSELLINEN OSUUS	37
5.1 Tutkimuksellisen osuuden tavoitteet, tarkoitus ja tutkimusongelmat	37
5.2 Aineistonkeruu	38
5.2.1 Arvovirtakuvausten muodostaminen	40
5.2.2 Näytteiden havainnointi	41
5.2.3 Hukkahavainnointi	42
5.3 Aineiston analysointi	43
5.3.1 Arvovirta-analyysit	43
5.3.2 Hukka-analyysit	45

6 TULOKSET	47
6.1 Nykytilan arvovirtakuvaukset	47
6.1.1 Käytetyt symbolit ja parametrit	48
6.1.2 Laskennallisten parametrien tulokset	49
6.2 Havaitut hukcatekijät	55
7 POHDINTA	59
7.1 Tulosten tarkastelu	59
7.2 Tutkimuksen eettisyyden tarkastelu	65
7.3 Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelu	66
8 KEHITTÄMISPROJEKTIN PÄÄTUOTOS JA IMPLEMENTOINTISUUNNITELMA	70
8.1 Kehittämiprojektin päätuotos	70
8.1.1 Tulevaisuuden arvovirtakuvauksella tavoiteltavat hyödyt	71
8.2 Implementointisuunnitelma korjaustoimenpiteistä	74
9 KEHITTÄMISPROJEKTIN ARVIOINTI	77
10 KEHITTÄMISEHDOTUKSET	79
LÄHTEET	80

LIITTEET

- Liite 1. Tutkimuksellisen osuuden eteneminen kehittämisprojektissa
- Liite 2. Strukturoitu näytteiden havainnointilomake
- Liite 3. Hukka-tunnistuslomake
- Liite 4. Nykytilan arvovirtakuvaus, Osasto 906 ResBaktNhO/ PncaNhO-näytesarja
- Liite 5. Nykytilan arvovirtakuvaus, Osasto 904 ResVirNhO-näytesarja
- Liite 6. Nykytilan arvovirtakuvaus, Osasto 904 EnRiRSNhO-näytesarja
- Liite 7. PCR-prosessit: yhteiset hukcatekijät
- Liite 8. PCR-prosessit: osaston 904 hukcatekijät
- Liite 9. PCR-prosessit: osaston 906 hukcatekijät
- Liite 10. Hukka-nelikenttä os. 904 ja 906
- Liite 11. Hukka-nelikenttä os. 904
- Liite 12. Hukka-nelikenttä os. 906
- Liite 13. Tutkimustiedote
- Liite 14. Päätuotos: Medisiina D:n yhtenäinen ja virtaustehokas arvovirtakuvaus
- Liite 15. Implementointisuunnitelma korjaustoimenpiteistä

KUVAT

Kuva 1. VSM-työpajassa muodostettu alustava arvovirtakuvaus.	41
Kuva 2. Esimerkki alustavan arvovirtakuvauksen saattamisesta graafiseen muotoon.	44
Kuva 3. Esimerkki hukkataulukoinnista.	45
Kuva 4. Päätuotos: tulevaisuuden arvovirtakuvaus.	70

KUVIOT

Kuvio 1. Varsinais-Suomen Sairaanhoidopiirin organisaatio 1.1.2015 (VSSH 2016).	12
Kuvio 2. Varsinais-Suomen sairaanhoidopiirin organisaatio 1.3.2018 (VSSH 2018d).	13
Kuvio 3. Laboratoriotuotantialue (VSSH 2018d).	13
Kuvio 4. Kehittämisprojektin prosessi.	14
Kuvio 5. Kehittämisprojektin organisaatio mukaillen Heikkilä ym. (2008, 100).	15
Kuvio 6. Tehokkuusmatriisi (Modig & Åhlström 2016, 100–102).	24
Kuvio 7. Lean-johtamismalli (Torkkola 2015; The Karen Martin Group 2016).	30
Kuvio 8. Prosessin eri työvaiheiden virtausajat (LT) tutkimuksittain keskiarvoina.	52
Kuvio 9. Näytteiden IR-TAT-läpimenoajat tutkimuksittain.	54
Kuvio 10. Osastojen yhteiset hukkatekijät pääluokittain.	56
Kuvio 11. Osastojen yhteiset hukkatekijät hukkajalajeittain.	56
Kuvio 12. Osaston 904 hukkatekijät pääluokittain.	57
Kuvio 13. Osaston 904 hukkatekijät hukkajalajeittain.	57
Kuvio 14. Osaston 906 hukkatekijät pääluokittain.	58
Kuvio 15. Osaston 906 hukkatekijät hukkajalajeittain.	58
Kuvio 16. Hukka-nelikenttä.	63

TAULUKOT

Taulukko 1. Lean-käsitteitä.	23
Taulukko 2. Lean-metodia käyttäneet tutkimukset (Leaven 2015, 22).	35
Taulukko 3. Arvovirtakuvauksissa käytettyjen symbolien selitykset.	48
Taulukko 4. Arvovirtakuvauksissa käytettyjen parametrien ja lyhenteiden selitykset.	48
Taulukko 5. Arvovirtakuvauksien prosessin työvaiheiden selitykset.	49
Taulukko 6. Arvovirtakuvauksen laskennallisten parametrien selitykset ja kaavat.	50
Taulukko 7. Osaston 906 laskennalliset parametrit tutkimuksittain.	51
Taulukko 8. Osaston 904 laskennalliset parametrit tutkimuksittain.	51
Taulukko 9. Odotusajat noin klo 8:00 saapuneissa näytteissä.	53
Taulukko 10. Odotusajat noin klo 13:00 saapuneissa näytteissä.	53
Taulukko 11. Tulevaisuuden arvovirtakuvauksen tavoitteet.	71
Taulukko 12. Muutos suhteessa nykytilaan 906: ResBaktNhO ja PncanNhO.	72
Taulukko 13. Muutos suhteessa nykytilaan 904: ResVirNhO ja EnRiRSNhO.	73
Taulukko 14. Implementointisuunnitelma, ensimmäinen vaihe.	75
Taulukko 15. Implementointisuunnitelma, toinen vaihe.	75
Taulukko 16. Implementointisuunnitelma, kolmas vaihe.	76

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

AdeNhO	Adenovirus, nukleiinihappo (VSSH 2018a).
AspeNhO	Aspergillus, nukleiinihappo (VSSH 2018a).
BmiyNhO	Borrelia miyamotoi, nukleiinihappo (VSSH 2018a).
BorrNhO	Borrelia, nukleiinihappo (VSSH 2018a).
CMVNhO	Sytomegalovirus, nukleiinihappo (VSSH 2018a).
CodiNhO	Corynebacterium diphtheriae, nukleiinihapon osoitus (VSSH 2018a).
EnRiRSVNhO	Np-Rino-entero-RS-virus, nukleiinihapon osoitus (VSSH 2018a).
GenseulNhO	Urogenitaalinäytteen seulonta, nukleiinihapon osoitus (VSSH 2018a).
HHV6NhO	Human herpes virus 6, nukleiinihapon osoitus (VSSH 2018a).
HSVNhO	Herpes simplex virus, nukleiinihapon osoitus (VSSH 2018a).
InfNhO	Influenssavirus, nukleiinihapon osoitus (VSSH 2018a).
IR-TAT	(In lab to reporting turnaround time). Läpimenoaika, jolla kuvataan kesto, joka näytteeltä menee laboratorioon saapumisesta siihen, että tutkimustulos vastataan asiakkaalle (Lou ym. 2017, 864).
Medisiina D	Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin, Turun yliopiston ja Turun ammattikorkeakoulun käyttöön 2018 Turun Kupittalle valmistuva bruttoalaltaan 25 466 brm ² uudisrakennus (NCC 2018).
ParvNhO	Parvovirus, nukleiinihapon osoitus (VSSH 2018a).

PCR	(Polymerase chain reaction) Molekylaarisen diagnostiikan menetelmä, jossa kohdegeeniä monistetaan polymeraasiketjureaktiolla (Carlson & Koskela 2011a; Laupland & Valiquette 2013, 125).
PncaNhO	Pneumocystis (carinii) jirovecii, nukleiinihapon osoitus (VSSHHP 2018a).
PoVNHo	Polyoomavirus (JCV,BKV), nukleiinihapon osoitus (VSSHHP 2018a).
ResvirNhO	Respiratoriset virukset, nukleiinihapon osoitus (VSSHHP 2018a).
ResBaktNhO	Respiratoriset bakteerit, nukleiinihapon osoitus (VSSHHP 2018a).
Turku CRC	Turun kliininen tutkimuskeskus (Turku CRC 2018).
ToxoNhO	Toxoplasma gondii, nukleiinihapon osoitus (VSSHHP 2018a).
Tyks	Turun yliopistollinen keskussairaala (VSSHHP 2018b).
Tyks MBG	Tyks Mikrobiologian ja genetiikan palvelualue (VSSHHP 2017).
Tyks-Sapa-liikelaitos	Sairaanhoidolliset palvelut, lopetettu 1.1.2018 (VSSHHP 2018c).
VSSHHP	Varsinais-Suomen Sairaanhoidopiiri (VSSHHP 2018b).
VZVNHo	Varicella-Zoster virus, nukleiinihapon osoitus (VSSHHP 2018a).

1 JOHDANTO

Lean-filosofian mukainen toimintastrategia ottaa jalansijaa yhä enenevin määrin Suomen terveydenhuollossa. Lean-periaatteiden käyttöönotto terveydenhuollossa on Jimmersonin ym. (2005, 249) mukaan todistanut tehokkuutensa toimintoja kehitettäessä. Lean-menetelmän onnistunut implementointi lisää tuottavuutta, parantaa laatua ja potilashoitoa, poistaa hukkaa, lisää arvoa, parantaa tilankäyttöä, vähentää virheitä, vähentää inventointia ja parantaa henkilöstön työtyytyväisyyttä. (Blecker-Shelly & Mortenson 2008, 122; Ray 2011, 24; Albliwi ym. 2014, 1012; Al-Balushi ym. 2014, 137; Samuel & Novak-Weekley 2014, 1812.)

Pyrkimys virtaustehokkaaseen ja asiakaskeskeiseen Lean-palvelukulttuuriin sopii erinomaisesti Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiriin (VSSH) arvoihin ja strategiaan. Turun yliopistollisen keskussairaalan (Tyks) Kliinisen mikrobiologian laboratorio on osa sairaanhoitopiiriä ja siten mukana toteuttamassa Lean-filosofian käyttöönottoa omien toimintojensa parantamisessa ja kehittämisessä.

Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorio tuottaa korkeatasoisia laboratoriotutkimuksia kliinisen mikrobiologian ja immunologian, sekä kliinisen virologian aloilla. Laboratoriovastuualueen toimialaan kuuluvat tutkimukset, joilla selvitetään potilaan infektioaudin aiheuttajaa tai tutkitaan potilaan infektio- tai rokotusimmunitettia.

Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorio tulee kokemaan merkittävän muutoksen, kun sen laboratorio-osastot siirtyvät nykyisistä, erillisistä tiloistaan yhteiseen Medisiina D-uudisrakennukseen toukokuussa 2018. Muutto uusiin tiloihin luo mahdollisuuden arvioida ja parantaa toimintaa entisestään. Yhteisiin tiloihin siirtyessä on järkevää yhdistellä samankaltaisia prosesseja ja tutkimuksia, joiden taustalla vaikuttavat samat analysointimenetelmät.

Tyks Kliinisen mikrobiologian PCR-toiminnot on diagnostinen kokonaisuus, jonka toiminnoissa on paljon samankaltaisuuksia osastojen välillä. Tämän kehittämisprojektin tavoitteena oli kehittää yhtenäinen ja virtaustehokas laboratorioprosessi perinteisin menetelmin tehtäviin Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion molekylaarisen diagnostiikan PCR-tutkimuksiin. Tavoitteena oli paitsi yhdistää osastojen prosesseja, myös parantaa tutkimusten virtaustehokkuutta Lean-filosofiaa hyödyntäen, jolloin laboratoriotutkimusten vastaukset saavuttaisivat potilaan nopeammin kuin nykytilassa.

2 KEHITTÄMISPROJEKTI

2.1 Projektin lähtökohdat ja tarve

Lähtökohtina kehittämisprojektille olivat Tyks Kliinisen mikrobiologian osastojen muutto ja toimintojen yhdistäminen Medisiina D-uudisrakennuksessa sekä Lean-filosofian käyttöönoton lisääminen laboratorioprosessien kehittämisessä.

Tyks klinisen mikrobiologian laboratorion kolme osastoa: Kliinisen virologian osasto 904, Kliinisen mikrobiologian ja immunologian osasto 906 sekä Kliinisen mikrobiologian osasto 938 muuttavat toukokuussa 2018 Medisiina D-uudisrakennukseen yhteisiin tiloihin. Osastoilla on samankaltaisia PCR-diagnostiikkaan liittyviä toimintoja ja prosesseja, joita on tarve yhdistellä Medisiina D:hen siirtyessä. Uusia, yhteisiä prosesseja suunnitellussa on kannattavaa hyödyntää Lean-filosofiaa, jonka käyttöönoton edistäminen on osa VSSHP:n strategiaa (Varsinais-Suomen Sairaanhoidopiiri 2017).

Lean-näkökulmasta kehittämisprojektin lähtökohtana on lisäarvon tuottaminen potilaalle. Potilasasiakkaat hyötyvät prosessien uudelleenjärjestämisestä, sillä prosessien yhteensovittamisella on mahdollista tehostaa toimintaa ja siten saavuttaa laboratoriotutkimusten tulokset nopeammin (Blecker-Shelly & Mortenson 2008, 122; Tuominen 2010a, 206; White ym. 2015, 1572). Hyödynsaajina kehittämishankkeelle ovat potilaiden lisäksi tutkimuksia tilaavat yksiköt, työnantaja sekä työntekijät. Lean-filosofiaa ja Lean-metodeja hyödyntäen on mahdollista saavuttaa kustannussäästöjä sekä merkittäviä parannuksia niin potilaiden, kuin henkilökunnan ja yhteiskunnankin hyväksi. (Coons & Courtois 2009, 30; Stover 2015, 19.)

2.2 Projektin tavoite ja tarkoitus

Kehittämisprojektin tavoitteena oli kehittää yhtenäinen ja virtaustehokas laboratorioprosessi perinteisin menetelmin tehtäviin Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion molekylaarisen diagnostiikan PCR-tutkimuksiin. Tavoitteena oli paitsi yhdistää osastojen prosesseja, myös parantaa tutkimusten virtaustehokkuutta Lean-filosofiaa hyödyntäen, jolloin laboratoriotutkimusten vastaukset saavuttaisivat potilaan nopeammin kuin nykytilassa.

Kehittämiprojektin tarkoituksena oli Lean-filosofian mukaisesti kuvata ja arvioida Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion nykyisiä PCR-prosesseja, etsiä niissä olevia hukatekijöitä ja luoda lopuksi tulevaisuuden visio Medisiina D-uudisrakennuksessa tehtävästä PCR-prosessista.

Heikkilä ym. (2008, 132) korostavat, että kehittämiprojektien tavoitteena on hankkeessa johdettujen tuotoksien käyttöönotto hankeorganisaatiossa. Tämän kehittämiprojektin tuotoksen juurruttamista toimintayksikköön edesautetaan laatimalla implementointisuunnitelma.

Kehittämiprojektin päätuotoksena muodostettiin arvovirtakuvaus Medisiina D:ssä tehtävästä yhtenäisestä ja virtaustehokkaasta tulevaisuuden laboratorioprosessista arkipäivisin analysoitaviin perinteisiin PCR-tutkimuksiin sekä implementointisuunnitelma korjaustoimenpiteistä prosessin käyttöönottoa varten.

2.3 Projektin toteutus

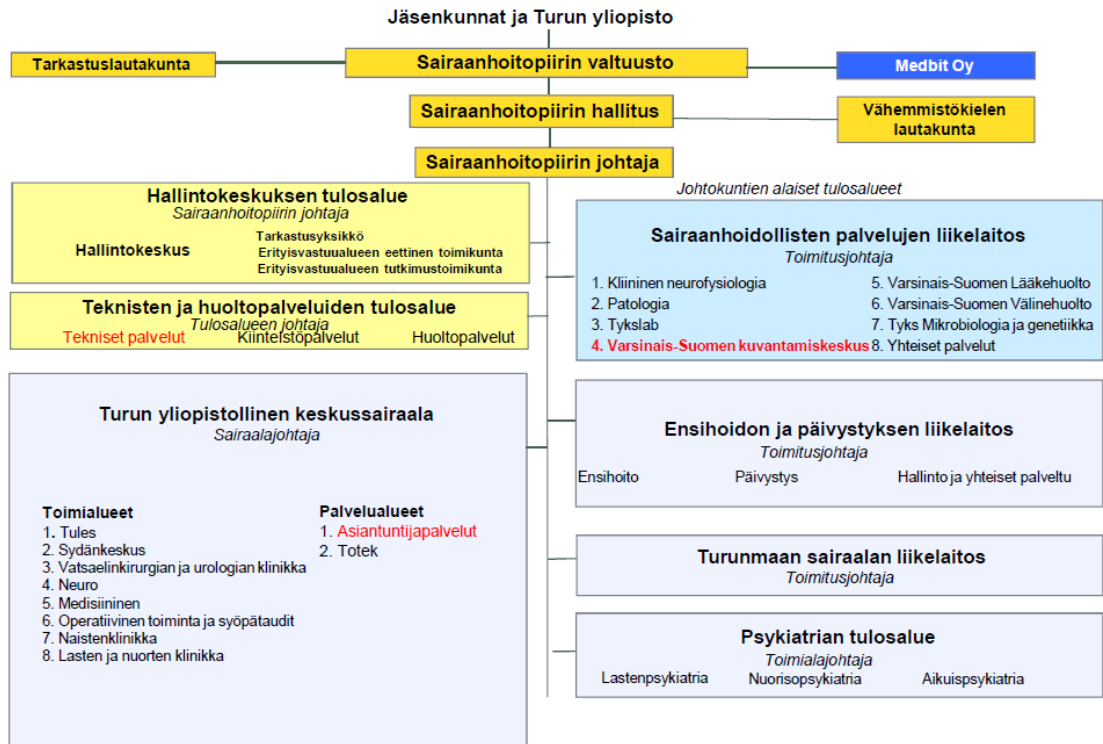
Kehittämiprojekti toteutettiin Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä Tyks Kliinisen mikrobiologian vastuualueen PCR-diagnostiikan laboratorioissa osastolla 904 Kliininen virologia ja osastolla 906 Kliininen mikrobiologia ja immunologia.

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri (VSSH 2018d) kirjaa jatkuvan parantamisen ja uudistumisen yhdeksi neljästä strategisesta päämäärästään. Lean-ajattelu toimii välineenä kehittää jatkuvan parantamisen taitoja organisaatiossa. Lean-ajattelumallin mukaisesti potilaslähtöisyys on sairaanhoitopiirin ensimmäinen strateginen päämäärä: ”Kaiken toiminnan on tuotettava arvoa potilaille ja muille asiakkaille.”

Organisaatorakenne

Kehittämiprojektin aikana Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä tapahtui organisaatiomuutos, kun Tyks-Sapa Liikelaitos (Sapa= Sairaanhoidolliset palvelut) lopetettiin ja sen toiminta siirtyi osaksi Tyksin tulosaluetta. Kehittämiprojektin alkuvaiheessa osastot 904, 906 ja 938 olivat osa Tyks Mikrobiologian ja genetiikan palvelualueetta, joka oli osa Tyks-Sapa-liikelaitosta. Tyks-Sapa-liikelaitos kuului Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin kuntayhtymään, ja sen tehtävänä oli tuottaa ja järjestää sairaanhoidollisia palveluita sairaanhoitopiirille ja jäsenkunnille (VSSH 2017a). VSSH:n organisaatio kehittämiprojektin alkuvaiheessa on esitetty kuviossa 1.

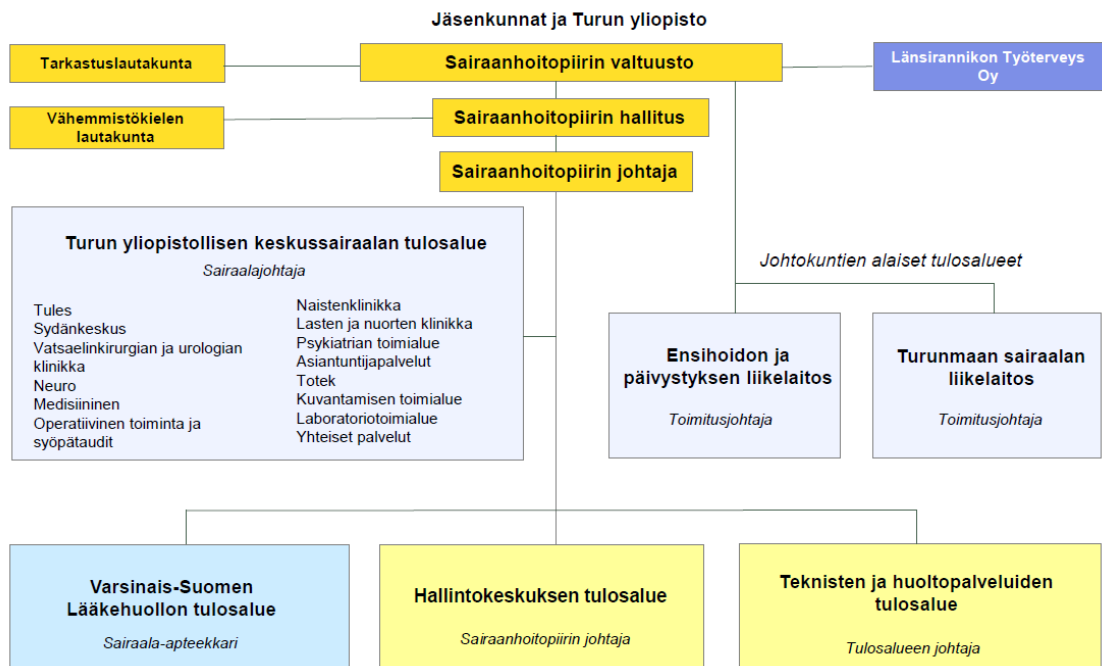
Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 1.1.2015



Kuvio 1. Varsinais-Suomen Sairaanhoitopiirin organisaatio 1.1.2015 (VSSH 2016).

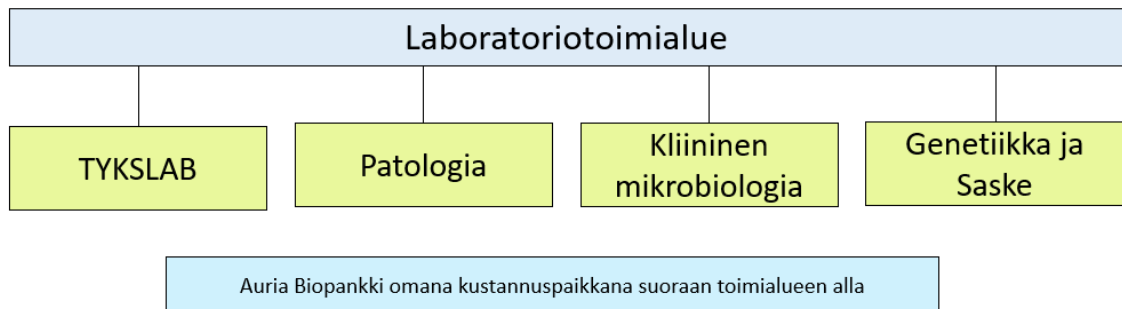
Organisaatiomuutoksessa Tyks-Sapa-liikelaitoksesta muodostettiin Turun yliopistollisen keskussairaalan (Tyks) tulosalueelle kaksi uutta toimialuetta, jotka ovat Kuvantaminen ja Laboratorio. Liikelaitoksen laboratoriotoiminnot, mukaan lukien kehittämisprojektin toteuttamisyksikkö Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorio liitettiin osaksi Laboratoriotoimialuetta (ks. Kuvio 2).

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 1.3.2018



Kuvio 2. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin organisaatio 1.3.2018 (VSSH 2018d).

Laboratoriotoimialue jakaantuu viiteen vastuualueeseen, joista Kliininen mikrobiologia muodostaa yhden kokonaisuuden (Kuvio 3).



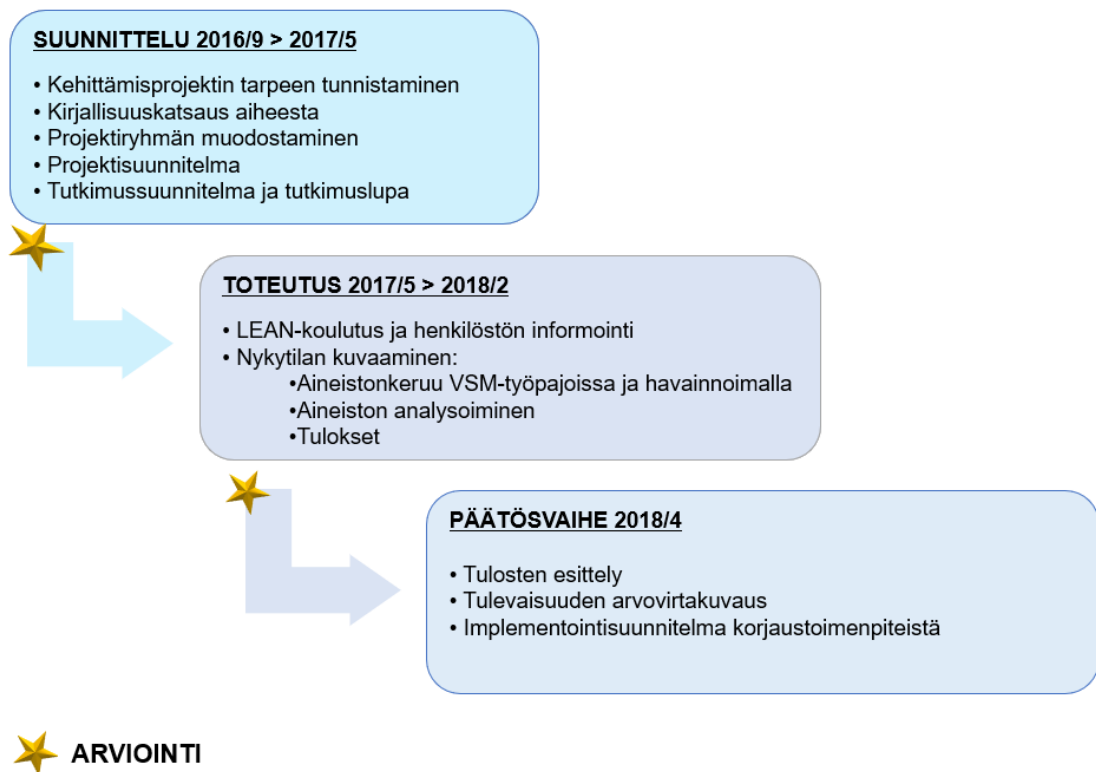
Kuvio 3. Laboratoriotoimialue (VSSH 2018d).

Kliinisen mikrobiologian vastuualueeseen kuuluu tällä hetkellä kolme osastoa: Kliinisen virologian osasto 904, Kliinisen mikrobiologian ja immunologian osasto 906 sekä Kliinisen mikrobiologian osasto 938. Vastuualueetta nimitetään *Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratoriksi*.

Kehittämiprojektin vaiheistus

Tarve kehittämiprojektille tunnistettiin Medisiina D-toiminnansuunnittelun käynnistyessä palvelualueella syksyllä 2016. PCR-diagnostiikan laboratoriotilat oli tässä vaiheessa jo suunniteltu yhteiseksi, mutta itse prosessien ja toimintojen yhdistäminen oli tekemättä. Lean-filosofian hyödyntäminen kehittämiprojektissa oli luonnollista, sillä Lean-menetelmien hyödyntäminen on osa sairaanhoitopiirin strategiaa. Kehittämiprojektin vaiheistus on kuvattu kokonaisuudessaan kuviossa 4.

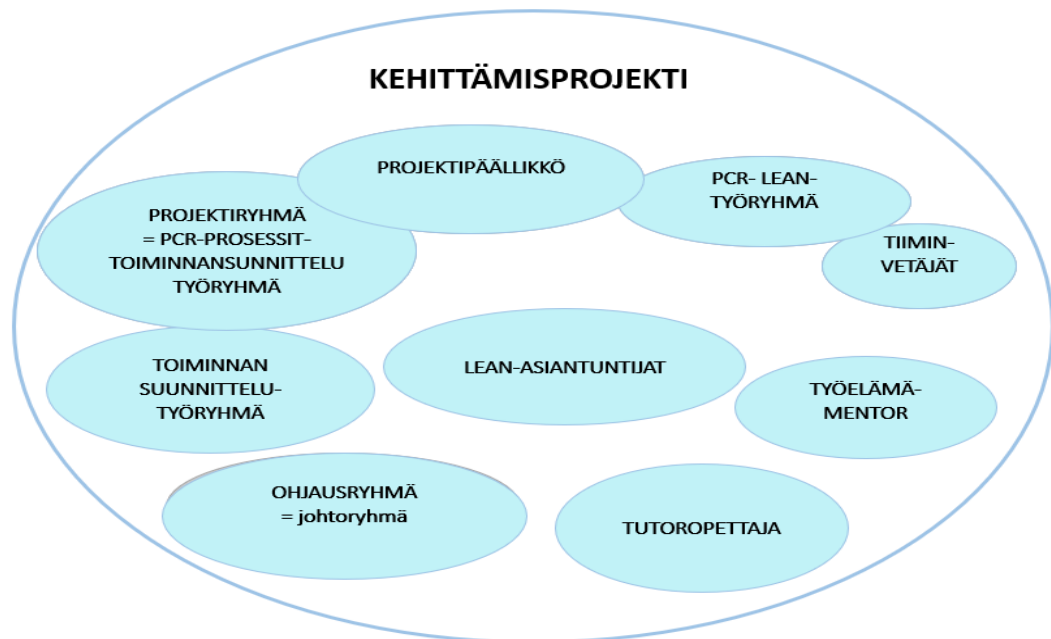
Kehittämiprojektin prosessi



Kuvio 4. Kehittämiprojektin prosessi.

Kun kehittämiprojektin tarve oli tunnistettu, suoritettiin alustava kirjallisuuskatsaus aiheesta. Kirjallisuuden perusteella todettiin, että Lean-metodeja oli onnistuneesti käytetty klinisten laboratoriotointojen sujuvoittamisessa ja uudelleenjärjestämisessä. Kehittämiprojektin tavoitteiden ohjaamana ja kirjallisuuskatsauksen tiedon tukemana aineistonkeruumenetelmiksi ja prosessien analyysityökaluiksi valittiin arvovirtakuvausten muodostaminen nykytilasta sekä hukkien tunnistaminen ja analysointi.

Seuraavaksi kehittämisprojektille muodostettiin projektiryhmä ja toteuttamisorganisaatio. Projektin toteuttamisorganisaatio on esitetty rypälemallia mukaillen (Kuvio 5).



Kuvio 5. Kehittämisprojektin organisaatio mukaillen Heikkilä ym. (2008, 100).

Rypälemallia käytetään usein asiantuntijaorganisaation projekteissa, joissa korostuvat vapaa viestintä, eikä toiminnalla ole selkeitä alais- ja johtajasuhteita (Heikkilä ym. 2008, 100). Projektiryhmän jäsenet olivat mukana myös Medisiina D-toiminnansuunnittelu-työryhmässä PCR-prosessien suunnittelussa. Aineistonkeruuta varten PCR-diagnostiikassa työskentelevästä henkilökunnasta muodostettiin PCR-Lean-työryhmä, joka osallistui Lean-työpajoihin sekä näytteiden havainnointiin. Kehittämisprojektin toteutuksen mahdollistivat palvelualueen johtoryhmä sekä osastojen tiiminvetäjät ja projektin ohjauksesta vastasivat tutoropettaja ja työelämämentori. Lean-asiantuntijoina projektissa toimivat Tyks-Sapan kehittämispäällikkö sekä VSSH:n Kehittämispalvelut-yksikön Lean-projektijohtaja. Projektille laadittiin suunnitelma, jonka avulla haettiin tutkimuslupa Turku CRC:ltä sekä tehtiin toimeksiantosopimus kohdeorganisaatiossa.

Kehittämisprojektin toteutusvaihe käynnistyi keväällä 2017 PCR:n Lean-työryhmän Lean-koulutuksella sekä info-tilaisuudella, jossa käytiin läpi kehittämisprojektin tavoite ja tarkoitus, sekä aineistonkeruun vaiheet. Aineistonkeruun aluksi VSM (value stream mapping) -työpajoissa muodostettiin nykytilan arvovirtakuvaukset sekä kartoitettiin PCR-prosessien hukcatekijöitä. Aineistoa täydennettiin näytteiden havainnoinneilla sekä

hukkahavainnoinnilla. Kerätyn aineiston analysoinnin jälkeen oli mahdollista verrata eri tutkimusten kokonaisläpimenoaikoja, sekä yksittäisten työvaiheiden kestoja ja prosessien eroavaisuuksia.

Tulosten perusteella kehittämisprojektin päätuotokseksi muodostettiin visio Medisiina D:ssä tehtävästä yhtenäisestä ja virtaustehokkaasta arvovirtakuvauksesta arkipäivisin tehtäviin perinteisiin PCR-tutkimuksiin sekä implementointisuunnitelma korjaustoimenpiteistä. Kehittämisprojektin päätösvaiheessa tulokset, päätuotos ja implementointisuunnitelma käydään läpi yhdessä PCR-projektiryhmän kanssa jonka jälkeen ne esitellään projektin ohjausryhmälle.

3 KLIININEN MIKROBIOLOGIA

3.1 Kliinisen mikrobiologian laboratorio

Kliininen laboratoriotoiminta on olennainen osa terveydenhoitojärjestelmää. Se näyttelee suurta roolia potilaan hoidossa, sillä jopa 70 % potilaan hoitoon liittyvistä päätöksistä perustuu kliinisiin laboratoriotuloksiin (Ledeboer & Dallas 2014, 3140; Samuel & Novak-Weekley 2014, 1812). Kliininen laboratoriotoiminta jakaantuu analyyttisesti omiin erikoisaloihinsa, jotka ovat kliininen kemia ja hematologia, kliininen fysiologia, kliininen neurofysiologia, kliininen genetiikka, kliininen patologia sekä kliininen mikrobiologia (Laitinen 2004, 13).

Kliininen mikrobiologia on tieteenalue, jossa tutkitaan ihmiselle infektioitauteja aiheuttavia mikrobeja. Sen tehtävänä on ihmispatoogeenien detektoiminen, identifioiminen sekä niiden antimikrobisten herkkyysien tutkiminen. Infektiotaudit ovat merkittävä tautiryhmä niin maailmanlaajuisesti, kuin Suomenkin väestön kannalta. Valtaosa avoterveyden vastaanottokäynneistä tehdään infektiosairauksien vuoksi. Toinen merkittävä ryhmä on sairaalainfektiot, joita 5-10 % sairaalapotilaista saa hoidon aikana. Infektiotautien diagnostiikan kannalta kliinisen mikrobiologian tuottamat laboratoriotutkimukset ovat välttämättömiä. (Heikkilä 2005, 9-13; Thomson ym. 2010, 3465.)

Kliininen mikrobiologia jakaantuu tieteenaloittain kliiniseen bakteriologiaan, kliiniseen virologiaan, kliiniseen parasitologiaan, kliiniseen mykologiaan sekä kliiniseen immunologiaan. Infektiopotilaiden hoidossa ja siihen liittyvässä päätöksenteossa avainasemaan nousee mahdollisimman varhainen tieto potilaan mikrobiologisten näytteiden tuloksista. Aikaisessa vaiheessa saatu laboratoriotulos lyhentää hoitojaksoja ja vähentää tarpeettomia antibioottihoitoja. (Mackay 2004, 20; Heikkilä 2005, 9; Hellste'n 2005, 5; Maurer ym. 2017, 18.)

Kliinisen mikrobiologian laboriodiagnostiikka perustuu bakteerien, virusten, sienten sekä parasiittien osoittamiseen potilasnäytteistä erilaisilla tunnistustekniikoilla ja -menetelmillä. Mikrobiologisia tunnistustekniikoita ja -menetelmiä ovat mikroskopia sen monissa muodoissa, viljelyt, antigeenimääritykset, vasta-ainemääritykset, soluvälitteisen immuunivasteen tutkiminen, soluviljelmissä tehtävät testit sekä nukleiinihapon osoitustestit. (Pastila 2005, 135; Carlson & Koskela 2011a; Jokiranta ym. 2011; Lappalainen ym. 2011.) Erilaiset molekylaariset sovellukset – kuten nukleiinihapon

osoitustestit, nousevat jatkuvasti perinteisten kliinisen mikrobiologian tunnistusmenetelmien (mm. viljelyn ja mikroskopoinnin) rinnalle ja korvaajiksi. (Laupland & Valiquette 2013, 125; Buchan & Ledebøer 2014, 784-5.)

3.2 PCR-menetelmät kliinisessä mikrobiologiassa

Molekylaarinen diagnostiikka ja mikrobien osoittaminen näytteestä niiden kohdegeenien perusteella on ollut osa kliinisen mikrobiologian laboratoriotoimintaa jo yli 25 vuotta. Voidaan todeta (Ratcliff ym. 2007, 87), että molekylaariset tekniikat ovat mullistaneet infektioautien diagnosoimisen. Molekyyli diagnostiikka kliinisessä mikrobiologiassa perustuu useimmiten PCR-menetelmään, jossa kohdegeeniä monistetaan polymeerasiketjureaktiolla. Tähän menetelmään perustuvat myös suurin osa Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion nukleinihappojen osoitustesteistä (lyhenne NhO kvalitatiivinen testi ja Nh kvantitatiivinen testi) ja siitä syystä laboratorion tiloissa ja toiminnoissa käytetään PCR-etuliitettä. PCR:stä (polymerase chain reaction) on tullut yksi tärkeimmistä molekylaarisen biologian työvälineistä. Herkkänä menetelmänä PCR mahdollistaa mikrobien genomin DNA:n eksponentiaalisen monistamisen ja nopean tunnistamisen. (Cantón 2005, 6; Carlson & Koskela 2011a; Lappalainen ym. 2011; Gilligan 2012, 1836; Baron ym. 2013, 94; Mitchell ym. 2014, 2689.)

PCR:ää voidaan menetelmänä soveltaa eri tavoin. Multiplex-PCR-reaktioon yhdistetään alukepareja useille eri kohdegeeneille jolloin yhdestä näytteestä on mahdollista diagnosoida useampia patogeenejä samanaikaisesti. Monistustuote voidaan todeta geelielektroforeesin avulla (ns. konventionaalinen end-point-PCR), jolloin tunnistus perustuu DNA-jakson kokoon. Monistettu tuote voidaan myös detektoida hybridisaatiomenetelmällä, jolloin tuote identifioidaan tunnetun, leimatun nukleinihappoketjun eli koettimen avulla. Nykyisin käytetyimpiä testejä ovat kuitenkin reaaliaikaiset-PCR-menetelmät (real-time PCR), jolloin monistustuotteen syntymistä voidaan seurata ajantasaisesti, eikä erillistä tuotteen todentamisvaihetta tarvita. Reaaliaikaisessa PCR:ssä lopputuotteen määrää - kvantitaatiota, on mahdollista laskea standardisuoran avulla PCR-ajon jälkeen. (Lappalainen ym. 2011; Carlson & Koskela 2011a; Schrader ym. 2012, 1014; Baron ym. 2013, 69; Laupland & Valiquette 2013, 125–126.)

Kliinisessä virologiassa PCR-testit ovat yhä enenevin määrin korvanneet perinteiset virologiset menetelmät, kuten virusviljelyt. Näin ollen virologian laboratorioprosesseissa

on päästy eroon esimerkiksi työläästä solulinjojen kasvatuksesta. Jotkut virukset ovat myös vaikeasti kasvatettavissa tai niitä on mahdotonta kasvattaa soluviljelmissä, jolloin PCR-testit ovat laajentaneet virusdiagnoosin mahdollisuuksia. Kliinisen mikrobiologian PCR-sovelluksia automatisoidaan yhä enemmän. PCR-automaatit ovat koko ajan lisääntymässä, mutta kaikkia testejä ei ole saatavilla automaateihin tai niitä ei ole mahdollista tai taloudellisesti järkevää automatisoida. Useissa kliinisen mikrobiologian laboratorioissa onkin yhä käytössä ei-automatisoituja (ns. perinteisiä) kaupallisia tai itsekehitettyjä in-house testejä, jolloin toiminnalta vaaditaan erityisominaisuuksia, kuten erillisiä pre- ja post- PCR-tiloja, asiantuntevaa ja koulutettua henkilökuntaa sekä nukleiinihaponeristyslaitteistoja. (Mackay ym. 2002, 1300; Buchan & Ledebor 2014, 784-5.)

3.3 PCR-laboratorion toiminta

Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratoriossa PCR-testejä kehitellään ja käyttöön otetaan jatkuvasti lisää. Osastoilla 904, 906 ja 938 PCR-diagnostisia tutkimusnimikkeitä on yli 60. (VSSH 2018a.) Osa suuren volyymin PCR-tutkimuksista (esim. CtGcNhO, hHPVhO) ovat täysin automatisoituja ja osa tehdään ns. puoliautomaateilla (esim. F-BaktNhO), jolloin näytteiden analysointi on automatisoitu esikäsittelyvaiheen jälkeen. Nämä automatisoidut systeemit ovat suljettuja, joten PCR-kontaminaation todennäköisyys tutkimuksissa on pieni. PCR-kontaminaatiolla tarkoitetaan jo monistetun tuotteen joutumista uuteen PCR-reaktioon, josta seuraa väärä positiivinen tulos (Ratcliff ym. 2007, 88).

Lukumääräisesti eniten tutkimusnimikkeitä tehdään ilman automatisointia, joita tässä kehittämisprojektissa kutsutaan ”perinteisin menetelmin tehtäviksi PCR-tutkimuksiksi”. Perinteisen PCR-laboratorioprosessin vaiheet on suoritettava useassa, toiminnoiltaan eroavissa laboratoriotiloissa (Espy ym. 2006, 177). Näytteen esikäsittely ja nukleiinihapoeristys tehdään näytteiden esikäsittely-/eristystilassa, PCR-reagenssiseosten pipetointi suoritetaan erillisessä puhdistilassa ja nukleiinihappojen lisäys PCR-reagenssiseokseen tulisi suorittaa erillisessä templaatinlisäys-tilassa. Kaikki työvaiheet tulee suorittaa biosuojakaapeissa tai laminaarivirtauskaapeissa ja ne vaativat henkilöstöltä erikoisosaamista. Näitä edellä mainittuja työn suorituksia kutsutaan Pre-PCR-vaiheiksi. Pre-PCR-vaiheiden jälkeen templaatti monistetaan, jonka jälkeisiä vaiheita nimitetään Post-PCR-työksi. Nämä kaksi työvaihe-kokonaisuutta (Pre- ja Post-

PCR) on kriittistä erottaa toisistaan, kun suunnitellaan PCR-diagnostiikan tiloja ja toimintoja. Tilojen sijoittelu suhteessa toisiin PCR-tiloihin ja esimerkiksi viljelylaboratorioihin tulee huomioida, kuten myös paine-erot tilojen välillä. Pre-PCR-laboratorioissa työskentelevät henkilöt eivät voi saman työpäivän aikana työskennellä ensin Post-PCR-tiloissa, joka luo haasteen työpisteiden suunnittelulle. (Espy ym. 2006, 170–173; Ratcliff ym. 2007; 88–90.)

PCR-laboratorioprosessi

Laboratorioprosessin ensimmäisessä vaiheessa näytteen soveltuvuus pyydettyyn tutkimukseen arvioidaan ja näyte kirjataan laboratorion ATK-tieto-järjestelmään sekä identifioidaan näytenumerolla (Carlson & Koskela 2011b). PCR-näytteet esikäsitellään osastojen laatukäsikirjan toimintaohjeiden mukaisesti näytteenlaadusta ja tutkimuksesta riippuen. Esikäsitelyvaiheisiin, kuten näytteiden sentrifugoinnin tarpeeseen vaikuttaa toisinaan, onko kyseessä virus- vai bakteeri-PCR-tutkimus. Toimintoja yhdistellessä onkin otettava huomioon bakteerien ja virusten rakenteelliset eroavaisuudet. Bakteerit ovat 1- 10 µm:n pituisia soluja, prokaryootteja, joiden perimäaine on solun sisällä rihmaisena vyyhteenä. Bakteerisolua ympäröi suojaava soluseinä, jonka ominaisuudet eroavat bakteerista riippuen. Virukset taas ovat läpimitaltaan huomattavasti bakteerisoluja pienempiä, noin 20 nm – 200 nm (poikkeuksena 14 000 nm pituiset matomaiset virukset). Virukset eivät ole soluja, vaan niiden rakenne muodostuu yksi- tai kaksisäikeisestä perimäaineksesta, RNA-/DNA-nukleiinihaposta ja sitä suojaavasta proteiiniukuoresta eli kapsidista. Proteiiniukuoren rakenne vaihtelee viruksesta riippuen. (Meurman 2005, 53; Heikkilä & Meurman 2005, 31; Espy ym. 2006, 173.)

Esikäsitelyvaiheiden jälkeen näytteistä eristetään geenimonistusta varten nukleiinihapot (DNA tai RNA), joista haluttu geeni-jakso monistetaan toistetuilla entsyymireaktioilla ja kohdegeenille spesifisillä nukleotidialukkeilla (Carlson & Koskela 2011a). Perinteisessä PCR:ssä geenimonistusta varten tulee valmistaa reagenssiseos, ns. PCR-mastermix. PCR-mastermix valmistetaan erillisessä puhdistilassa ja siihen sekoitetaan toimintaohjeen mukaisesti tutkimuksesta riippuen joko valmiita kaupallisia tai itse tilattuja ja itse laimennettuja reagensseja. RNA-virusten nukleiinihappo muutetaan käänteiskopioijaentsyymien avulla cDNA-kopioksi ennen varsinaista PCR-reaktiota. Tätä cDNA- vaihetta varten puhdistilassa valmistetaan erillinen cDNA-mix. PCR-mastermix (ja tarvittaessa cDNA-mix) jaetaan reaktioputkiin, johon näytteestä eristetty nukleiinihappo (templaatti) lisätään. PCR-reaktiossa käytetään alukeparia (multiplex-PCR testeissä useampi alukepari samassa PCR-mastermix:ssä), jotka sitoutuvat

denaturoidun DNA-säikeen vastinsäikeisiin. Tämän jälkeen alukkeiden välinen emäsjakso (multiplex-PCR testeissä useampi emäsjakso) kopioituu lämpöstabiliin DNA-polymeraasin avulla. (Carlson & Koskela 2011a; Lappalainen ym. 2011.)

PCR-testissä kohde-DNA-jaksoa monistetaan eksponentiaalisesti. Koska menetelmä on herkkä, väärin positiivisten tulosten mahdollisuus kasvaa ja oikeiden positiivisten tulkinta voi vaikeutua. Syinä kontaminaation seurauksena saatuihin väärin positiivisiin tuloksiin voi olla aikaisempien monistustuotteiden joutuminen seuraaviin reaktioihin, näytteiden välinen kontaminaatio (esim. sarjassa vahva positiivinen näyte) tai jo näytteenottovaiheessa tapahtunut näytteiden kontaminoituminen. Ilman automatisointia suoritettu PCR-laboratorioprosessi on herkemmin altis PCR-kontaminaatiolle ja vaatii asian suhteen erityishuomiota. Kontaminaatoriski kuitenkin pienenee, kun analysoinnissa käytetään reaaliaikaista PCR-menetelmää (vrt. konventionaalinen end-point PCR), jolloin PCR-reaktioputket pysyvät suljettuina. (Mackay 2004, 190; Espy ym. 2006, 107; Ratcliff ym. 2007, 91.) Toisaalta näytteessä olevat inhibiittoriset tekijät voivat estää monistusreaktion käynnistymisen ja johtaa siten väärään negatiiviseen tulokseen. PCR-menetelmällä voi teoriassa tunnistaa näytteestä jopa yhden bakteerin, mutta näytteenkäsittely heikentää menetelmän herkkyyttä. Käytännön analyttinen herkkyys bakteeri-PCR-diagnostiikassa on n. 10–1 000 bakteeria ja virus-PCR-diagnostiikassa alle 10 kopiota. (Ratcliff ym. 2007, 90; Carlson & Koskela 2011a; Lappalainen ym. 2011.)

4 LEAN

4.1 Lean-määritelmä

Englanninkielinen sana *Lean* merkitsee ”hoikkaa, laihaa, vähärasvaista”. Termin keksi 1980-luvulla amerikkalainen Jon Krafcit kuvastamaan japanilaisen autoteollisuuden tehokasta ja hienostunutta TPS-tuotantojärjestelmää (TPS= Toyota Production System), jossa tuotettiin korkeampaa laatua pienemmillä kustannuksilla ja vähemmällä ajalla kuin perinteisissä tuotannon menetelmissä. TPS-tuotantojärjestelmän toiminnan katsotaan käynnistyneen vuonna 1945 ja viimeisten parin vuosikymmenen aikana Lean-menetelmän on havaittu soveltuvan myös muille kuin tuotannon aloille. (Jimmerson ym. 2005, 249–250; Liker 2013, 43; Mäkijärvi 2013, 12–16; Pribble & Novak 2014, 7; Torkkola 2015, 13.)

Määritelmänä Lean on monitahoinen ja sitä voidaan lähestyä monella eri tavalla ja usealla eri abstraktiotasolla. Korkealla abstraktiotasolla Lean voidaan määritellä filosofiana, kulttuurina, elämäntapana, arvoina tai ajattelutapana kun taas matalalla abstraktiotasolla Lean määritellään parannuskeinona, laatu – tai tuotantojärjestelmänä, työkaluina ja hukan poistamisena. Kumpikaan määrittelytapa ei ole väärä, mutta jos Lean määritellään ainoastaan matalalla abstraktiotasolla, on suuri riski, että se ymmärretään väärin ja konseptin käyttöalue rajoittuu. (Modig & Åhlström 2016, 88–93.)

Kirjallisuuden perusteella (Womack & Jones 1996, 140; Jimmerson ym. 2005, 249–250; Yerian ym. 2012, 273; Radnor ym. 2012, 365; Samuel & Novak-Weekley 2014, 1812; Pribble & Novak 2014, 7; Sisson & Elshennawy 2014, 263; Modig ja Åhlström 2016, 117,127; Nowotarski ym. 2016, 1038) voidaan summata, että Lean on filosofia, nippu työkaluja sekä toimintastrategia, jonka tavoitteena on korostaa virtaustehokkuutta. Lean mahdollistaa laadun ja toiminnan parantamisen vähentämällä hukkaa ja virheitä. Hukan eliminoinnin, arvoa lisäävien toimintojen maksimoinnin ja prosessien hallinnan pyrkimyksenä on työn jatkuva parantaminen asiakkaan näkökulmasta. Tarkoituksena on, että henkilöstö oppii näkemään prosesseissaan olevia epäkohtia ja poistamaan niitä ilman erilisiä, ulkopuolisia asiantuntijoita. Leanin avain-ajatuksena on kaikessa toiminnassa tuottaa lisäarvoa asiakkaalle.

4.2 Lean-käsitteitä ja -termejä

Lean-toimintastrategian ympärille on rakentunut laaja Lean-käsitteistö, joka koostuu periaatteista, menetelmistä ja työkaluista. Ilman näiden käsitteiden tuntemusta Leania on mahdotonta ymmärtää. Lean-käsitteitä kirjallisuudessa esitetään kymmeniä (esim. The Karen Martin Group 2016, 2) joista tässä on esitetty kehittämisprojektin kannalta keskeisimmät (ks. Taulukko 1.).

Taulukko 1. Lean-käsitteitä.

Käsite	Selitys
Arvoa tuottavat toiminnot	Arvo määräytyy asiakkaan tarpeen näkökulmasta. Prosessissa arvoa tuottavia toimintoja ovat kaikki ne vaiheet, jolloin virtausyksikölle tapahtuu jotain ja kun se jalostuu, eli etenee prosessissa. (Modig & Åhlström 2016, 23-24). Terveysthuollossa arvoa tuottavaksi toiminnaksi voidaan käsittää myös toiminnot, jotka lisäävät potilasturvallisuutta (Martinez 2016, 3).
Muda	Lisäarvoa tuottamaton työ. Hukkaa aiheuttavat toiminnot, jotka pidentävät läpimenoaikoja, aikaansaavat turhia liikkeitä, varastoja tai tarpeetonta odottelua. (Liker 2013, 114.) Ks. myös 4.3.2 Hukka
Muri	Ihmisten, järjestelmien tai laitteiden ylikuormitus. Tarkoittaa työntekijän tai laitteen työntämistä yli luonnollisten rajojen. Ylikuormittumisesta aiheutuu laatu- ja turvallisuusongelmia. (Liker 2013, 114; Torkkola 2015, 25.)
Mura	Vaihtelu eli prosessin epätasaisuus, epätasapaino tai epäyhdenmukaisuus. Prosesseissa on aina vaihtelua, joka johtuu esim. työmäärästä (=kysynnästä), resursseista (=tarjonnasta), virtausyksiköistä tai osaamiseroista. Vaihtelun taso määrittää prosessin tehokkuusrajan. (Liker 2013, 114; Torkkola 2015, 23; Modig & Åhlström 2016, 19, 40, 103-105.)
Arvovirtakuvaus	Arvovirtakuvaus (VSM = Value stream mapping) on prosessien kehittämisessä käytetty Lean-työkalu, jossa kuvataan prosessin toimenpiteet visuaalisesti (Torkkola 2015, 131). Ks. myös 4.3.1 Arvovirtakuvaus
Läpimenoaika	Läpimenoajalla tarkoitetaan kestoa, joka virtausyksiköltä kuluu, kun se etenee määritelmämme mukaisen prosessin alusta loppuun (Modig & Åhlström 2016, 22).
Virtausyksikkö	Prosessissa eteenpäin kulkeva, jalostuva yksikkö. Virtausyksikkö voi olla prosessista riippuen materiaalia, informaatiota tai ihmisiä (Modig & Åhlström 2016, 19).
Virtausaika	Aika, jolloin virtausyksikkö kulkee prosessin vaiheen läpi (Joseph 2006a, 24).
Virtaustehokkuus	Virtaustehokkuudella tarkoitetaan arvoa tuottavien toimintojen summaa suhteessa läpimenoaikaan. Virtaustehokkaassa organisaatiossa huomio kohdistuu jalostettavaan virtausyksikköön ja arvoa tuottavan ajan maksimointiin. (Modig & Åhlström 2016, 13-14; 26.)
Resurssitehokkuus	Tehokkuuden perinteinen muoto, jossa resursseja pyritään hyödyntämään maksimaalisesti. Liiallinen resurssitehokkuuden korostaminen vaikuttaa kielteisesti virtaustehokkuuteen. (Modig & Åhlström 2016, 26; 64.)
Demingin ympyrä	W. Edwards Demingin kehittämä systemaattisen ongelmanratkaisun lähestymistapa PDCA (Plan-Do-Check-Act). Suunnittele-toteuta-tarkista-toimii-oppimissykliä hyödynnetään jatkuvan parantamisen työkaluna. (Liker 2013, 23.)
Ishikawa-diagrammi	Ishikawa-diagrammi, jota kutsutaan myös kalanruotokaavioksi tai syy- ja seurauskaavioksi on Kaoru Ishikawan 1960-luvulla kehittämä työkalu ja visuaalinen esitystapa asioiden luokitteluun tai ongelmanratkaisuun. Sen avulla systeemi voidaan mallintaa kuudelle osa-alueelle eli pääluokkiin siihen vaikuttavien ominaisuuksien perusteella. (Karjalainen 2007, Torkkola 2015, 98.)

Tehokkuusmatriisi

Modig ja Åhlström (2016, 16, 117, 127) määrittelevät Leanin toimintastrategiaksi, jonka tavoitteena on korostaa virtaustehokkuutta -ei resurssitehokkuutta. Tavoitteena on virtauksen jatkuva parantaminen samalla kun käytössä olevaa kapasiteettiä pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti. Hyvän kannattavuuden ja asiakastyytyvyyden takaamiseksi tarvitaan sekä virtaus- että resurssitehokkuutta.

Tehokkuusmatriisi (Kuvio 7) kuvaa virtaustehokkuuden ja resurssitehokkuuden vaikutusta organisaation toimintaan Leanin näkökulmasta. Lean toimintastrategiassa organisaation tavoitteena on pyrkiä tehokkuusmatriisissa kohti oikeaa yläkulmaa, tähteä. (Modig & Åhlström 2016, 26–27, 100–102.)



Kuvio 6. Tehokkuusmatriisi (Modig & Åhlström 2016, 100–102).

Tiedon keräämiseen, sen analysoimiseen ja ennen kaikkea virtauksen parantamista varten on kehitetty lukuisia Lean-menetelmiä ja -työkaluja. Lean-toiminnassa ei kuitenkaan ole kyse joidenkin Lean-työkalujen käytön matkimisesta, vaan sellaisten periaatteiden kehittämisestä, jotka sopivat omaan organisaatioon. (Blecker-Shelly & Mortenson 2008, 120–121; Tuominen 2010b, 6.)

4.2.1 Arvovirtakuvaus

Kun prosesseja kehitetään, tulee ensin analysoida nykytila, jotta voisi kartoittaa vision tulevasta. Arvovirtakuvaus (VSM = Value stream mapping) on prosessien kehittämisessä käytetty Lean-analyysityökalu jonka avulla pyritään tunnistamaan, demonstroimaan ja vähentämään prosesseissa olevaa hukkaa. Arvoa voidaan analysoinnin jälkeen myös lisätä, jos se nähdään tarpeelliseksi (Gellad & Day 2016, 447).

Arvovirtakuvauksen avulla on mahdollista yksityiskohtaisesti ja visuaalisesti esittää työnvirtaus, jossa virtausyksikkö (kliinisen mikrobiologian laboratoriossa näyte) kulkee koko prosessin läpi. Arvovirtakuvauksessa esitetään informaation ja materiaalin virtaus sekä prosessissa ilmenevät kohdat, joissa tapahtuu päätöksiä. Arvovirtakuvauksessa ilmenee prosessin eri vaiheet ja niiden yhteydet toisiinsa, välivarastot ja työvaiheiden kestot. Myös vaiheet, jotka aiheuttavat viivettä, merkitään arvovirtaan. Toyota kehitti arvovirtakuvaus-menetelmän analysoidakseen prosessien virtausta sekä tunnistaakseen ja erotellakseen prosessin arvoa tuottavat ja arvoa tuottamattomat toiminnot. Arvoa tuottavat toiminnot on aina tunnistettava prosessikohtaisesti. (Blecker-Shelly & Mortenson 2008, 121; Yusof 2012; Liker 2013, 275; Modig & Åhlström 2016, 144; Fagerudd 2017.)

Arvovirtakuvauksen analysointi, sen visuaalinen kuvaaminen tai parametrien laskentamenetelmät eivät ole standardisoituja. Oberhausen & Plapper (2015, 144–148) toteavat, että arvovirtakuvauksen lähestymistavat vaihtelevat lähinnä seuraavien ominaisuuksien suhteen: arvovirtakuvausta kuvaavat symbolit, sen laskennalliset parametrit, laskentatavat koskien aikaa ja muita prosessin indikaattoreita sekä vaihtelu arvovirtakuvauksen visuaalisessa esittämisessä (yhdensuuntainen tai syklinen). Arvovirtakuvaus onkin joustava tapa kuvata prosessia ja sen tarkoituksena on vastata käyttäjän tarkoitukseen.

Rother ja Shook esittelivät 1990-luvun lopulla teoksessaan "Learning to See" tuotannon käyttöön kehitetyn lähestymistavan, jolla arvovirta voidaan esittää visuaalisesti. Arvovirtakuvauksessa yksinkertaisilla symboleilla ja diagrammeilla kuvataan prosessin työvaiheet laatikoin, materiaalin kulku leveillä nuolilla ja informaation kulku kapeilla nuolilla. Arvovirrassa ilmenee jokaisen vaiheen kesto sekä aika aktiivisten vaiheiden välillä. Rotherin ja Shookin VSM tarjoaa yksinkertaisen työkalun prosessien

kokonaisvaltaiseen esittämiseen ja arviointiin. Tuotannon arvovirtakuvaus on helposti sovellettavissa terveydenhuollon käyttöön. Sen avulla voidaan tehdä kuvaus palveluista, niiden työvaiheista sekä viiveistä työvaiheiden välillä. (Jimmerson ym. 2005, 251; Torkkola 2015, 131; Narayanamurthy ym. 2018.)

Arvovirtakuvausta käytetään Jimmersonin ym. (2005, 251) mukaan kahteen tarkoitukseen. Ensinnäkin siihen, että ymmärretään prosessin nykytila kokonaisuudessaan ja tunnistetaan missä prosessin vaiheessa parannusta on kannattavaa tehdä, jotta kokonaisuus olisi toimivampi. Toiseksi arvovirtakuvausta voidaan käyttää ponnahduslautana tulevaisuuteen, jolloin tulevaisuuden arvovirta (future-state map) antaa ääriviivat ja visualisoi muutostavoitteen. Torkkola (2015, 133) lisää arvovirtakuvauksen tavoitteiksi edellisten lisäksi muitakin hyötyjä. Arvovirtakuvaus visualisoi virtauksen asiakkaan näkökulmasta päästä päähän. Se antaa yhteisen kielen, kun keskustellaan toimintamalleista ja prosesseista sekä tekee virtaukseen vaikuttavat päätöksentekopisteet näkyväksi, jolloin niihin on mahdollista vaikuttaa. Se paljastaa pisteet, joissa tarvitaan esimiestä ohjaamaan tai priorisoimaan työtä. Arvovirtakuvaus yhdistää toimintaa ohjaavat tietovirrat ja työvaiheet sekä paljastaa niiden sotkuisuuden/selkeyden. Arvovirtakuvaus visualisoi eräkoot, volyymin ja rytmin, sekä paljastaa, mitkä asiat aikatauluttavat ja ohjaavat prosessia. Arvovirtakuvaus auttaa näkemään nykytilan monimutkaisuuden.

Arvovirtakuvauksia voidaan työstää esimerkiksi työryhmissä, jossa prosessit kuvataan paperille. Toinen tapa on ”laputtaa” toiminnot. Arvovirtakuvauksia tehdessä on arvioitava, ovatko työvaiheet arvoa lisäävää vai hukkaa. Nykytilan arvioinnin jälkeen pohditaan, miten turhista työvaiheista voitaisiin päästä eroon. Lisäksi olisi hyvä miettiä, onko muutoksilla (esim. nopeammalla laboratoriotuloksella) kliinistä hyötyä. (Blecker-Shelly & Mortenson 2008, 121; Liker 2013, 275.)

Nowak ym. (2017) tutkivat systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa arvovirtakuvauksen tehokkuutta kehittämismetodina, kun tarkoituksena oli tavoitella positiivisia muutoksia terveydenhuoltojärjestelmien rakenteisiin, prosesseihin sekä toiminnan laatuun. Tutkimuksen hakuvaatimuksiin vastasi 11 tieteellistä artikkelia, jonka perusteella arvovirtakuvausta käyttämällä on mahdollista saada positiivisia vaikutuksia prosessien läpimenoaikoihin sekä laatuun. Tulosten perusteella voitiin myös päätellä, että potilaiden ei-arvoa tuottava aika, kuten odotusajat ja sairaalassaolon kokonaiskestot lyhenivät.

4.2.2 Hukka

Hukka (*japan. muda, engl. waste*) on arvoa tuottamatonta tekemistä, josta asiakas ei ole valmis maksamaan. Hukkaa on tarpeettoman työn lisäksi myös kaikki se materiaali, aika ja toiminta, joka ei lisää arvoa asiakkaalle, vaan sitoo tarpeettomasti resursseja. (Womack & Jones 1996, 140; Yerian ym. 2012, 274; Torkkola 2015, 25; Suneja & Suneja 2017, 56.)

Seitsemän hukkaa on tyypillisin tapa kategoroida tuottamatonta toimintaa, mutta hukkakategorioiden lukumäärästä ja niiden nimeämisestä on olemassa myös variaatioita. Esimerkiksi Nicolaou & Borgsdorf (2007) kuvaa artikkelissaan 10 hukkatointia ja Yerian ym. (2012) kahdeksan hukan muotoa.

Tässä projektissa hukka määritellään ja nimetään Taiichi Ohnon löytäminä seitsemänä hukcateemana, jotka ovat: Ylituotanto -*Overproduction*, Tarpeeton varastointi -*Inventory*, Odottaminen -*Waiting*, Materiaalin siirto -*Transportation*, Ylimääräinen prosessointi -*Overprocessing*, Tarpeeton liike -*Excess motion/walking* sekä Virheet -*Defects* (Joseph 2006a, 24; Blecker-Shelly & Mortenson 2008, 121). Hukcateemojen (kutsutaan myös hukkakategoria tai hukkalaji) esimerkkejä löytyy kirjallisuudesta loputtomasti. Tämän projektin kannalta keskityttiin hukkamääritelmiin ja esimerkkeihin, joita esiintyy terveydenhuollossa, asiantuntijatyössä sekä laboratoriotoiminnassa.

Ylituotanto

Ylituotanto tarkoittaa sitä, että tehdään liian paljon, liian aikaisin tai varmuuden vuoksi. Sen seurauksena joudutaan tekemään tarpeetonta asioiden siirtelyä ja käsittelyä (Tuominen 2010, 86; Torkkola 2015, 26). Ylituotantoa syntyy, kun tuotetaan jotain ennen kuin asiakas/asiakkaan tila sitä vaatisi (Yerian ym. 2012, 275) tai pyydetään turhia tutkimuksia tai varataan tutkimustiloja varmuuden vuoksi (Radnor ym. 2012, 365). Ylituotanto-hukkaa syntyy myös silloin, kun prosessin yksi vaihe käsittelee virtausyksiköitä nopeampaan tahtiin kuin seuraava vaihe kykenee ottamaan vastaan, mikä aiheuttaa sen, että virtausyksiköt odottelevat työvaiheiden välillä. Ylituotantovaiheet voivat olla systeemin sisäisiä tai ulkoisia. (Suneja & Suneja 2017, 56, 194.)

Tarpeeton varastointi

Tarpeeton varastointi tarkoittaa materiaalin, tarvikkeiden tai keskeneräisten töiden tarpeetonta säilyttämistä (Yerian ym. 2012, 275). Hukkaa ovat kaikki ylimääräiset

tarvikkeet varastoissa, joita ei käytetä (Radnor ym. 2012, 365). Tarpeetonta varastointia lisäävät asiat, jotka on aloitettu, muttei saatettu loppuun, kuten keskeneräiset sähköpostit tai raportit ym. (Torkkola 2015, 26). Työvälineitä ja tarvikkeita voi olla myös niin paljon, että niiden varastointi ja hallinta vaikeutuvat. (Suneja & Suneja 2017, 56, 194.)

Odottaminen

Odotus-hukkaa voi syntyä prosesseihin usealla eri tavalla. Sairaalassa voidaan odottaa tarvikkeita, potilaita, tilan vapautumista, tuloksia tai henkilökuntaa (Radnor ym. 2012, 365; Suneja & Suneja 2017, 56, 197). Toisinaan työ odottaa tekijäänsä tai asiakas odottaa palvelua. Myös tehtävien/virtausyksiköiden siirto toisiin työvaiheisiin aiheuttaa viivettä (Torkkola 2015, 26). Odottaminen voi liittyä materiaaliin, toisiin työntekijöihin tai prosessin vaiheistukseen. Odottamista syntyy, kun seuraava vaihe prosessissa ei ole valmis tai edellinen ei ole päättynyt. (Tuominen 2010, 86; Yerian ym. 2012, 275.) Laboratoriossa odotetaan näytteitä, tai odotetaan, että laite valmistuu, jotta se voidaan käynnistää uudelleen (Joseph 2006b, 26, 29).

Materiaalin siirto

Hukkaa aiheuttavat materiaalin ja tarvikkeiden turha siirtely ja varastointi keskusvarastoon sen sijaan, että ne sijoitettaisiin sinne missä työtä tehdään, jolloin työntekijät joutuvat hakemaan tarvikkeita. (Radnor ym. 2012, 365; Suneja & Suneja 2017, 56, 197.) Turhaa materiaalin siirtoa on myös työn tai virtausyksiköiden kuljettaminen henkilöltä toiselle tai toiseen paikkaan (Tuominen 2010, 86; Torkkola 2015, 26).

Ylimääräinen prosessointi

Ylimääräistä prosessointia on kaikki se työ, josta asiakas ei ole kiinnostunut eikä valmis maksamaan (Tuominen 2010, 86). Ylimääräistä prosessointi terveydenhuollossa on mm. potilaiden lähtötietojen kysyminen useasti ja tietojen kirjaaminen toistuvasti (Radnor ym. 2012, 365). Ylimääräistä prosessointia ovat asiat, joista ei ole kenellekään hyötyä, kuten tarkistaminen. Tähän hukkaan lasketaan myös asioiden tekeminen suurissa erissä sen sijaan, että työ organisoitaisiin pienempiin osiin. Yliprosessointia on, jos käytetään liian suurta laitetta, vaikka pienempikin olisi riittävä. (Torkkola 2015, 27.) Yliprosessointia ovat turhat työvaiheet, jotka ovat toistoa tai ne tehdään siksi, koska niin on aina tehty. (Yerian ym. 2012, 275; Suneja & Suneja 2017, 56, 196.)

Tarpeeton liike

Tarpeetonta liikettä ovat kaikki työntekijän liikkeet, jotka eivät tuo työhön lisäarvoa, kuten liikkuminen huoneesta toiseen tai tarvikkeiden haku (Radnor ym. 2012, 365; Yerian ym. 2012, 275). Tarpeeton liikkuminen vie aikaa ja energiaa ja voi olla osasyynä ergonomisiin ongelmiin. Työpisteitä ei ole organisoitu sopiviksi työn kannalta, vaan työntekijät joutuvat liikkumaan pitkiäkin matkoja työvaiheiden välillä. (Suneja & Suneja 2017, 56, 195.) Tarpeetonta liikettä tehdään paljon myös silloin, kun etsitään, lajitellaan ja syötetään tietoa järjestelmästä tai sovelluksesta toiseen (Torkkola 2015, 26).

Virheet

Virheet aiheuttavat hukkaa, joiden korjaaminen kuluttaa aikaa ja resursseja. Virrehukkaa ovat uudelleen tekemistä aiheuttavat keskeytykset, häiriöt ja väärinkäsitykset sekä edellisessä työvaiheessa tehdyt virheet, jotka aiheuttavat vaihtelua seuraavassa työvaiheessa ja siten koko prosessissa. (Torkkola 2015, 27.) Toisinaan tuotteita tai välineitä joudutaan heittämään pois, josta aiheutuu sekä ajan, että materiaalien hukkaa. Terveysthuollossa virheitä aiheuttavat kaoottinen työympäristö, kommunikaatio-ongelmat tai huonosti määritellyt prosessit ja työtehtävät. (Suneja & Suneja 2017, 56, 195.) Virheet sitovat resursseja, jotka eivät vastaa asiakkaan tarpeisiin (Yerian ym. 2012, 275).

4.3 Lean-johtamismalli

Torkkola (2015, 11, 13) määrittelee Leanin ennen kaikkea johtamisjärjestelmäksi, joka käsittää organisaation tuotekehityksen, toimittajahallinnan, asiakastuen ja koko yrityksen hallinnon. Lean-johtamisjärjestelmää kuvataan tässä mallina (Kuvio 6), joka muodostuu kolmesta kokonaisuudesta. Näitä ovat toimintaa ohjaavat periaatteet = arvot, prosessien suunnitteluun käytettävät työkalut ja metodit sekä erilaiset johtamiskäytänteet. (Torkkola 2015, 216-225; The Karen Martin Group 2016, 2.)



Kuvio 7. Lean-johdamismalli (Torkkola 2015; The Karen Martin Group 2016).

Lean-johdamismallia ohjaavat arvot voidaan Torkkolan (2015, 216–225) mukaan jakaa kuuteen periaatteeseen: 1. Virtaus on päämäärä, 2. Oppiminen on tärkeämpää kuin suorittaminen, 3. Tilannekuva visualisoidaan kaikille näkyväksi, 4. Päätökset tehdään tosiasioiden pohjalta, 5. Asiakkaan ääni antaa suunnan ja 6. Ihmisten kunnioittaminen on lähtökohta. Periaatteita on tarkasteltu vertaamalla niitä perinteiseen, ei-Lean-johdamismalliin.

Virtaus on päämäärä

Perinteisesti ajatellaan, että operatiivinen tehokkuus on sama asia, kuin resurssitehokkuus. Leanissa kiinnostuksen kohteena on kuitenkin virtaustehokkuus. Tärkeää on, kuinka tehokkaasti prosessit virtaavat ja miten ne näyttäytyvät asiakkaan kannalta. Perinteisesti toimintaa mitattaessa käytetään keskiarvoja, mutta Leanissa keskitytään myös vaihtelun mittaamiseen, sillä suuri vaihtelu rajoittaa virtausta. (Torkkola 2015, 221; Modig & Åhlström 2016, 102.)

Oppiminen on tärkeämpää kuin suorittaminen

Uusien asioiden kehittäminen nähdään perinteisesti ylimääräisenä työnä, johon tarvitaan erityisasiantuntijoita, johtoa ja esimiehiä antamaan oikeita vastauksia ja työohjeita. Ongelmia selvitetään ”piilossa” ja niiden ratkaisuja hiotaan huolellisesti, sillä

epäonnistumisia ja virheitä halutaan välttää. Leanissa ajatuksena on ongelmien esittäminen koko henkilöstölle visuaalisesti ja niiden ratkominen tiimeissä. Heti ei tarvitse onnistua, vaan on sallittua kokeilla ja erehtyä, sillä virheistä voidaan oppia. Seuraavaksi voidaan kokeilla uutta ratkaisumallia ja arvioida sen hyödyllisyyttä Demingin ympyrällä (ks. Taulukko 1). Toiminnan parantaminen on osa kaikkien työtä. (Torkkola 2015, 222.)

Tilannekuva visualisoidaan kaikille näkyväksi

Lean-organisaatiossa on tärkeää luoda toimintamalli, jossa koko työyhteisöllä on kokonaiskuva tiedossa. Perinteisesti tiedot ovat teksteinä ja numeroina piilossa eri tietojärjestelmissä ja jokainen tuntee ja tietää oman vastualueensa. Leanissa nuo tiedot tuodaan visuaalisesti kaikkien nähtäville, jotta epäkohdat tulevat herkemmin esiin ja niihin on mahdollista puuttua. Johtajan ja esimiesten tehtävänä ei ole priorisoida toimintaa tai sammuttaa tulipaloja, vaan valmentaa henkilöstöä tuntemaan ne periaatteet, joiden mukaan toimintaa ohjataan. (Torkkola 2015, 223.)

Päätökset tehdään tosiasioiden pohjalta

Perinteisesti johtaja saa tapahtumista tietoa suoraan alaisiltaan tai raporteista. Painopiste on voimakkaasti tavoitteiden asettamisessa ja päätökset tehdään nopeasti. Asiakstarvetta ei kartoiteta asiakkailta, vaan päätellään, mitä asiakas tarvitsee. Asiakkailta tulisi kysyä miltä palvelu heistä tuntuu ja näyttää. Lean-johtajan keskeinen tapa tiedon keräämisen kannalta on Gemba-kävely, jossa hän menee itse paikan päälle tarkkailemaan toimintaa. Tarkkailua tulisi tehdä jatkuvasti. Johtajan tulisi kuunnella, kysellä ja katsella. Päätökset tulisi tehdä vasta sen jälkeen, kun nykytila on selvitetty ja kaikkia sidosryhmiä on kuunneltu. (Torkkola 2015, 224.)

Asiakkaan ääni antaa suunnan

Perinteisesti asiakkaisiin reagoidaan vasta, kun he vaativat jotain. Kuvitellaan, että ymmärretään asiakkaan tarvetta paremmin kuin asiakas itse. Asiakasdataa ei hyödynnetä aktiivisesti eikä asiakasta nähdä kokonaisuutena, vaan jokainen huolehtii prosessissa omasta osuudestaan. Leanissa huolehditaan, että työ virtaa asiakkaan näkökulmasta sujuvasti tiimien läpi. Asiakasta kuunnellaan säännöllisesti ja asiakkailta kerätään tietoa, jota analysoidaan ja hyödynnetään. (Torkkola 2015, 224–225.)

Ihmisten kunnioittaminen on lähtökohta

Perinteisessä johtamismallissa syytetään herkästi henkilöitä, jos asiat eivät toimi. Etsitään syyllisiä ja ajatellaan, että kiire ja väsyminen ovat työntekijän omaa syytä. Toiminta perustuu yksilösuorituksiin ja sankaritekoihin. Lean-mallissa syytetään aina toimintamallia, eikä ihmistä, jos ongelmia ilmenee. Ketään ei syyllistetä, vaan pyritään etsimään ongelman todellinen aiheuttaja. Ylikuormittaminen ei ole hyväksyttävää, vaan jaksaminen ja tasainen työkuorma on seurausta yhteisestä hyvästä toimintamallista. (Torkkola 2015, 225.)

4.4 Lean terveydenhuollossa

Julkinen terveydenhuolto on jatkuvan paineen alla väestön ikääntyessä. Terveysteknologian ja lääketieteen kehittyessä potilaita on mahdollista tutkia enemmän ja hoitaa paremmin. Haasteena onkin vastata kasvavaan palvelutarpeeseen samoilla resursseilla, mutta yhtä laadukkaasti tai laadukkaammin kuin nykyisellään. Kasvava palvelutarve on nähtävissä myös kliinisellä laboratoriosektorilla. Näytevolyymit kasvavat budjettien samalla pienentyessä ja henkilöstömäärä pienenee suhteessa näytemääriin. (Chow ym. 2009, 36; Crema & Verbano 2016, 319.)

Lean saattaisi olla vastaus terveydenhuollon läpimurtoon, jolloin näyttöön perustuvaa hoitoa saavutettaisiin tehokkaammin kuin ennen. Johtava ajatus Leanissa on lisätä asiakkaalle arvoa lisäämättä resursseja. Taiichi Ohno, yksi Toyotan tuotantojärjestelmän perustajista on todennut, että organisaation kehittämisen on lähdeittävä liikkeelle organisaation tarpeista. Tarpeista johdetaan kehittämisellä tavoiteltavat hyödyt. (D'Andreamatteo ym. 2015, 1197; Pribble & Novak 2014, 7; White ym. 2015, 1572.)

Jimmersson ym. (2005, 249–250) tiivistävät Lean-kehittämisideologialla tavoiteltavat hyödyt terveydenhuollossa kolmeen periaatteeseen. Ensimmäisenä on pyrkimys täydelliseen tilaan. Täydellinen tila on tilanne, jolloin potilaalle tuotetaan juuri se, jota hänen hoitonsa vaatii. Jokainen potilas on yksilö ja hänen tarpeensa tunnistetaan omanaan. Ongelmiin ja muuttuneeseen hoidontarpeeseen reagoidaan välittömästi. Hoitoympäristön tulisi olla sekä potilaille, että henkilökunnalle turvallinen niin henkisesti, fyysisesti kuin ammatillisestikin. Toinen pyrkimys on, että ongelmanratkaisu tehdään paikan päällä kohteessa, jolloin ongelmat ovat helpommin havaittavissa, analysoitavissa ja siten myös nopeammin ratkaistavissa. Lean-filosofian mukaisesti ne henkilöt, jotka

työtä tekevät, ovat työn uudelleenjärjestämisen asiantuntijoita. Kolmas Lean-pyrkimys terveydenhuollossa on Demingin *PDCA*-syklin käyttöönotto (ks. Taulukko 1). Lopulliset, pysyvät vastatoimet eli korjaustoimenpiteet vallitsevaan tilanteeseen tulisi tehdä harkiten ja suunnitellusti vasta, kun vastatoimien odotetut vaikutukset on todettu.

Lean-periaatteiden käyttöönotto terveydenhuollossa on Jimmersonin ym. (2005, 249) mukaan todistanut tehokkuutensa toimintoja kehitettäessä. Lean-periaatteita käyttöönottaessa havaittiin, että päivittäisessä työssä hukkaa on jopa 35 %. Terveydenhuollossa toimintoja ei useinkaan ole suunniteltu yksityiskohtaisesti tai siten, että ne palvelisivat potilasta parhaiten. Terveydenhuollossa tuotetaan hoitoa, johon liittyvät useat eri toimijat sekä lukemattomat työn keskeytykset – jotka kaikki aiheuttavat hoitoprosessiin tehottomuutta, kustannusten nousua sekä ylimääräisiä virheitä ja työntekijöiden turhautumista.

Lean-menetelmän onnistunut implementointi lisää tuottavuutta, parantaa laatua ja potilashoitoa, poistaa hukkaa, lisää arvoa, parantaa tilankäyttöä, vähentää virheitä, vähentää inventointia ja parantaa henkilöstön työtyytyväisyyttä. (Blecker-Shelly & Mortenson 2008, 122; Ray 2011, 24; Albliwi ym. 2014, 1012; Al-Balushi ym. 2014, 137; Samuel & Novak-Weekley 2014, 1812.)

4.4.1 Lean kliinisessä laboratoriotoinnassa

Voidakseen käyttää Lean-menetelmää klinisen laboratoriotoinnin kehittämisessä, on ymmärrettävä laboratorion prosesseja ja työn virtausta. Kehittämiskohteena oleviin laboratorion prosesseihin ja prosessien vaiheisiin tulee tutustua huolellisesti ennen kehittämistyön aloittamista (Nicolaou & Borgsdorf 2007; Covill 2015, 8).

Prosessien nykytilaan voidaan perehtyä eri tavoin. Zito & Stewart (2008, 32) tutustuivat prosesseihin videokuvaamalla prosessit yksityiskohtaisesti. Tämän jälkeen otettiin aikaa, miten kauan vaiheet kestivät. Jokainen vaihe merkittiin joko arvoa tuottavaksi, tai ei-arvoa tuottavaksi. Prosessien kuvaamista voidaan helpottaa mallintamalla arvovirtakarttoja, joissa prosessit kuvataan hyvin yksityiskohtaisesti samalla, kuin prosesseista tunnistetaan hukkaa. (Joseph 2006a, 24.)

Nykytilan tunnistamisen lisäksi olisi tärkeää tietää asiakkaan tarpeet. Leanissa tarkoituksena on vähentää, jopa eliminoida tarpeettomia, aikaa vieviä työvaiheita, jotka eivät ole asiakkaalle tarpeellisia tai laadullisesti tärkeitä. Lean-filosofian mukaan

prosesseja tulisi virtaviivaistaa, jotta laboratoriotulos olisi mahdollista saada mahdollisimman nopeasti. (Blecker-Shelly & Mortenson 2008, 122.)

Aikaisempia Lean-kehittämistutkimuksia kliinisessä laboratoritoiminnassa

Joseph (2006a: 2006b) totesi kahdessa toiminnan parantamista koskevassa tutkimuksessaan Lean-filosofian implementoinnin hyötyinä tutkimusten läpimenoaikojen lyhentymisen, työpisteiden välisten kulkuetäisyyksien minimoimisen, näytteiden tarpeettomien odotusaikojen vähentymisen sekä valmiiden tulosten ulosvastaamisen viiveen lyhentymisen ja tilatarpeen pienentymisen. Poistamalla hukkaa prosesseista kyettiin työntekijöiden turhaa liikettä vähentämään jopa 49–81% verrattuna perinteiseen (ei-Lean) laboratorio-olosuhteisiin. Tutkimuksissa kiinnitettiin erityistä huomiota laboratorioympäristön toimintojen sijoitteluun sekä pohjapiirustukseen. Laboratorion pohjapiirustuksessa huomioitiin Lean-filosofiaan pohjautuen optimaalinen työn virtaus sekä minimaaliset käsittelyetäisyydet.

Myös Campos (2012) päätyi tehostamisratkaisussaan laboratoripohjapiirustuksen muuttamiseen Lean-filosofian mukaiseksi siten, että hukkaa olisi toiminnassa mahdollisimman vähän ja toiminnot olisivat lähempänä toisiaan. Lean-menetelmän hyötyä mitattiin laskemalla tutkimusten läpimenoaikoja ennen ja jälkeen Lean-menetelmän käyttöönottoa. Kahden vuoden kuluttua muutosten tekemisestä työn virtaus ja tutkimusten läpimenoajat olivat muuttuneet merkittävästi paremmiksi.

Coons & Courtois (2009, 30–35) käyttöönottivat Lean-toimintastrategian ja osoittivat, että toimintaa kehittämällä on mahdollista tuottaa pienemmillä kustannuksilla parempaa laatua ja palvelua potilaille. Sairaalassa tehdyssä kliinisen laboratorion kehittämistyössä huomioitiin koko näyteprosessi tutkimuksen tilaamisesta tuloksen vastaamiseen ja sen tavoitteena oli optimoida ja parantaa laboratorion tuottavuutta, työn virtausta, henkilökunnan tyytyväisyyttä sekä potilasturvallisuutta. Työ toteutettiin moniammatillisissa tiimeissä, joissa oli laboratoriohenkilökunnan lisäksi myös muita osastojen avainhenkilöitä. Tiimit loivat arvokarttoja työvirroista, tutkivat niitä ja tunnistivat prosesseissa olevaa hukkaa. Lean-implementointi aloitettiin sieltä, missä parannettavaa oli eniten. Seuraavaksi luotiin variaation poistamiseksi uudet standardisoidut prosessit. Tuloksina laboratorion Lean-kehittämisessä saavutettiin 35 % pienempi vastausviive kahdeksalla suurivolyymisimmällä tutkimuksella sekä 49 % vähemmän variaatiota

vastausviiveessä. Lisäksi aamukierrolla otettujen näytteiden tulokset saatiin vastattua 50 % nopeammin.

Leaven (2015) on koonnut kirjallisuuskatsaukseen metodeja laboratorio-olosuhteiden kehittämiseen. Katsauksessa vertailtiin eri kehittämismetodeja, joista Lean-filosofia todettiin onnistuneeksi valinnaksi klinisen laboratoriotoinnin toiminnan kehittämiseen. Kirjallisuuskatsauksen tutkimukset, joissa käytettiin Lean-filosofiaa kehittämismetodinä on esitelty taulukossa 2.

Taulukko 2. Lean-metodia käyttäneet tutkimukset (Leaven 2015, 22).

Tutkimus	Tavoite	Toimenpide	Tulos
Persoon ym. 2006	Tutkimusten kokonaisprosessointiaikojen lyhentäminen.	Eräkokojen pienentäminen.	Kokonaisprosessointiajat laskivat 30%.
Zarbo & D'Angelo 2007	Testivirheiden syiden selvittäminen.	Käyttöön otettiin "kohti 0%-virhettä prosessi".	Virheet vähenivät 30%:sta 12,5%:iin.
Zito & Stewart 2008	Läpimenoaikojen pienentäminen.	Otettiin käyttöön yhden näytteen virta.	Läpimenoajat pienenivät.
Raab ym. 2008.	Irtosolututkimuksen lean-implementointi ja tutkimuksen diagnostisen tarkkuuden lisääminen.	Yhden näytteen virta, Lean-tarkistuslistan luominen.	Irtosolututkimuksen laadun parantuminen sekä diagnostisen tarkkuuden lisääntyminen.
Melanson ym. 2009.	Potilastytytyväisyyden parantaminen.	Ei-arvoa lisäävien vaiheiden poistaminen prosessista.	Odotusaika pieneni 21 minuutista 5 minuuttiin.
Serrano ym. 2010.	Potilasturvallisuuden parantaminen ja laboratorion suorituskyvyn nostaminen.	Prosessien uudelleenjärjesteleminen.	CAP ISO-15189 akkreditointitunnuksen saavuttaminen.
Das 2011.	Validointimittariston kehittäminen.	Validointimittareiden käyttöönotto testeissä.	Parantunut laatu.

Lean-filosofian hyöty kehittämismetodinä on myös todettu kliinisessä automaatiolaboratoriossa. Chow ym. (2009, 36–37) hakivat tutkimuksessaan ratkaisua ongelmaan, jossa automaation lisääntyessä prosessiin alkoi muodostumaan pullonkauloja näytteiden kasaantuessa joihinkin vaiheisiin. Lean-menetelmän mukaisia ratkaisuja virtaustehokkuuden lisäämiseen oli useita. Ensinnäkin ns. ongelmanäytteet laitettiin sivuun odottamaan, jottei niiden käsittely viivästyttänyt muiden näytteiden analysointia. Näytteitä myös ladattiin analysaattoriin pienemmissä erissä, jolloin vastauksia tuli useammin ja siten myös nopeammin. Lisäksi laitteen kapasiteetti oli tällä tavalla paremmalla käytöllä. Näytteitä esivalmisteltiin jo iltapäivisin seuraavan päivän sarjaa varten, jolloin ensimmäinen sarja pystyttiin käynnistämään aikaisemmin. Työympäristöä standardoitiin ja visualisoitiin erilaisin värikoodein. Lean-menetelmien käyttö koettiin hyödylliseksi näytteiden analysointimäärien noustessa ja henkilöstön hyvinvoinnin kohentumisen seurauksena.

4.4.2 Lean-implementoinnin edellytykset

Lean-laboratorion hyötyjä ovat optimaalinen työnvirtaus, tutkimusten läpimenoaikojen pieneneminen, työntekijöiden kulkemien etäisyyksien pieneneminen, lisääntynyt työntekijöiden tuottavuus, vähentyneet virheet ja laadun paraneminen. Omaksumalla Lean periaatteet työn virtauksessa ja työn suorittamisessa henkilökunnasta tulee korvaamaton ylläpitäjä kustannustehokkaaseen ja laadukkaaseen toimintaan (Yerian ym. 2012, 278–279; Mitchell ym. 2014, 2693.)

Jotta Lean-menetelmät ja Lean-filosofia jäisivät pysyviksi toimintatavoiksi työyhteisöön, tulisi koko henkilöstö saada vakuuttuneiksi siitä, että muutosta tarvitaan. Implementoinnin onnistumista lisäävät henkilöstön saama Lean-koulutus sekä osallistuminen toiminnan parantamiseen. Henkilökunnan osallistamisen lisäksi on tärkeää, että Lean-implementointi alkaa työyhteisön johdosta. Organisaation johdosta on löydettävä karismaattinen henkilö, joka on sitoutunut mentoroimaan Lean-implementoinnin aikana. (Novis 2008, 527; Coons & Courtois 2009, 30; Samuel & Novak-Weekley 2014, 1814–1815; Sisson & Elshennawy 2014, 264.)

Lean-johtamismallin läpiviennissä julkisella sosiaali- ja terveysalalla on omat haasteensa. Vaikka Lean-filosofian käyttöönotto on jo useassa julkisorganisaatiossa strategiaan liitetty sanoma, on strategian toteuttaminen toisinaan irrallaan toiminnasta. Lisäksi Leanin perusidea toiminnan kehittämisestä alhaalta käsin vaikeutuu autoritäärisessä johtamismallissa. Toiminnan parantamisessa avainhenkilöitä ovat työntekijät, eivät ulkopuoliset asiantuntijat. Julkisella sosiaali- ja terveysalalla päädytään toisinaan tilanteeseen, jossa johtajat ratkaisevat ongelmia, joita he eivät tunne. Johdon tulisikin jalkautua sinne, missä työtä tosiasiaassa tehdään. Vain tuntemalla toiminta perusteellisesti, on mahdollista nähdä siinä olevat virheet ja parannuskohteet. (Jones 2017; Toussaint 2017.)

5 TUTKIMUKSELLINEN OSUUS

5.1 Tutkimuksellisen osuuden tavoitteet, tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tutkimuksellisen osuuden tavoitteena oli kuvata perinteisin menetelmin tehtävien Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion osastojen 904 ja 906 PCR-diagnostisten prosessien nykytila. Tavoitteena oli tunnistaa ja havaita nykytilan epäkohtia eli hukcatekijöitä, jotka heikentävät prosessien virtausta sekä löytää osastojen toiminnoista eroavaisuuksia, jotta yhteistä tulevaisuuden arvovirtakuvausta olisi helpompi suunnitella.

Tutkimuksellisen osuuden tarkoituksena oli muodostaa nykytilan arvovirtakuvaukset sekä täydentää ja tarkentaa niitä aikamäärein. Lisäksi tarkoituksena oli laatia hukcatekijöistä syy-seuraus-analyysit, joissa eritellään, mitkä epäkohdista ovat osastojen yhteisiä hukcatekijöitä ja mitkä virtausta heikentävät ongelmat esiintyvät ainoastaan toisen osaston prosessissa.

Tutkimuksellisen osuuden tavoitteena oli vastata seuraaviin tutkimusongelmiin:

1. Pääongelma: Minkälaisia ovat nykytilan arvovirtakuvaukset perinteisin menetelmin tehtävässä PCR-diagnostiikassa?

Alaongelmat:

- 1.1 Mikä on prosesseissa arvoa tuottavaa?
- 1.2 Mikä on prosesseissa arvoa tuottamatonta, mutta välttämätöntä?
- 1.3 Mikä on prosesseissa arvoa tuottamatonta, hukkaa?

2. Pääongelma: Minkälainen on tulevaisuuden arvovirtakuvaus perinteisin menetelmin tehtävässä PCR-diagnostiikassa?

Tutkimuksellisen osuuden eteneminen on kuvattu kokonaisuudessaan liitteessä 1.

5.2 Aineistonkeruu

Tutkimuksellisen vaiheen aineistonkeruu toteutettiin aikavälillä 2017 syyskuu – 2018 helmikuu Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratoriossa osastojen 904 ja 906 tiloissa. Aineistonkeruuseen osallistuivat projektipäällikön lisäksi PCR-diagnostiikassa työskentelevä, tutkimukseen osallistuva henkilöstö. Aineistoa kerättiin VSM-työpajoissa muodostamalla prosesseista arvovirtakuvaukset, havainnoimalla näytteitä strukturoidusti seurantalomakkeille sekä havainnoimalla hukcatekijöitä eri työvaiheissa.

Tutkimuksen aineistonkeruumenetelmät valittiin kirjallisuuden ja aikaisempien vastaavien kehittämisprojektien perusteella. Useat tutkijat ovat päätyneet samankaltaisiin tutkimuksellisiin tarpeisiin Lean-filosofian käyttöönottoa edeltävissä toimissa. Esimerkiksi Jimmerson ym. (2005, 253) implementoivat Lean-metodeja tarkoituksenaan tutkia niiden toimivuutta ”Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at Intermountain Healthcare” tutkimusartikkelissa. He kuvasivat patologian laboratorion prosesseja ja niissä olevaa hukkaa arvovirtakuvauksella. Myös Joseph (2006a, 24; 2006b, 24) mittasi erillisten työvaiheiden tarkkoja kestoja muodostaakseen tarkempia arvovirtakuvauksia tutkimuksissaan ”Design a Lean laboratory layout” ja ”Design of lean work cells: a lean lab layout (part II)”.

Vastaavasti samoihin tutkimuksellisiin tarpeisiin, tutkimusmenetelmiin ja aineistonkeruumenetelmiin ovat päätyneet Laiho (2015, 36–37) työssään ”Virtaustehokkuuden lisääminen patologian laboratoriossa – Lean-toimintastrategian implementointi” sekä Hjerpe (2016, 31–33) työssään ”Vähemmän hukkaa, enemmän arvoa – Laboratorion näytteiden lajittelupisteen kehittäminen Lean-filosofialla”.

Havainnointi aineistonkeruumenetelmänä

Havainnointi eli observointi on yksi tieteellisen tutkimuksen perusmenetelmä, jossa tavoitteena on kerätä aineistoa havainnoimalla. Havainnointi on tietoista tarkkailua, ei ainoastaan ilmiöiden ja asioiden näkemistä. (Vilka 2007, 5, 37; Hirsjärvi ym. 2015, 212–213.)

Havainnointi sopii tutkimuksiin, joissa tarkastellaan yksittäisen ihmisen toimintaa, vuorovaikutusta tai tutkitaan tekstejä, esineitä, kuvia tai ympäristöä. Havainnointi sopii niin määrälliseen kuin laadulliseenkin tutkimusmenetelmään. Se, mitä havainnoinnilla tavoitellaan, määrittävät käytettävän havainnointitavan. Havainnoijan tulee valita

tutkimuskohteen mukaan oikea havainnointimenetelmä, joita ovat tarkkaileva, osallistuva, aktivoiva osallistava, kokeilemalla oppiva ja piilohavainnointi. (Vilkkä 2007, 17–18, 38–42.)

Hirsjärvi ym. (2015, 214) esittävät, että havainnoinnin menetelmiä voidaan kuvata kahdella jatkumolla. Ensimmäinen jatkumo kuvaa, kuinka tiukasti säädeltyä havainnointi on (systemaattista vs. vapaata) ja toinen jatkumo kuvaa, millainen rooli havainnoitsijalla on tilanteessa (osallistuva vs. ulkopuolinen eli tarkkaileva). Havainnointi voi olla siis ennalta suunniteltua ja systemaattista tai vapaata ja luonnolliseen toimintaan mukautuvaa. Ennalta jäsenneily havainnointi vaatii tutkimustapana sitä, että havainnoitava tapahtuma on jo ennen tutkimusaineiston keruuta käyty läpi. Jotta jäsenneilyä havainnointia voisi toteuttaa, on ongelman asettelu ja taustatietojen selvittely tehtävä jo etukäteen. Strukturoitua havainnointia käyttävän tutkijan tulee jo ennen havainnointia tuntee luokittelumallien laatiminen, jotta tehdyt havainnot kuuluvat johonkin luokitukseen. (Vilkkä 2007, 17, 38–39.)

Tämän tutkimuksen aineistonkeruu toteutettiin sekä tarkkailevalla, että osallistuvalla havainnoinnilla ennalta jäsennellysti eli systemaattisesti. Havainnoitavasta tapahtumasta oli havainnointia edeltävästi muodostettu arvovirtakartta, jota havainnoinnilla täydennettiin ongelman asettelun mukaisesti. Asiasta oli riittävästi tietoa, jolloin ennalta suunniteltu luokittelu havainnointia varten voitiin laatia. Aineistonkeruuvälineinä tässä tutkimuksessa käytettiin strukturoitua näytteiden havainnointilomaketta (osallistuva havainnointi > määrällinen analyysi), sekä hukka-tunnistuslomaketta (tarkkaileva havainnointi > laadullinen analyysi).

Perusjoukko

Tämän tutkimuksen perusjoukkona oli Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion arkipäivisin tehtävien, perinteisen PCR-diagnostiikan laboratoriotutkimukset, joiden prosesseja on tarkoitus yhtenäistää Medisiina D:ssä. Perusjoukkoon valituissa laboratoriotutkimuksissa käytetään samoja PCR-menetelmiä. Kriteereinä perusjoukkoon valituille tutkimuksille olivat näytteen nukleiinihapon eristys Easymag-ekstraktorilla sekä reaali-aikainen PCR-reaktio. Perusjoukko: ResVirNhO, ResBaktNhO, GenseulNhO, EnRiRSNhO, VZVNhO, HSVNhO, PoVNhO, BorrNhO, InfNhO, AdeNhO, CMVNhO, AspeNhO, PncaNhO, HHV6NhO, ParvoNhO, ToxoNhO, BmiyNhO, CodiNhO, sekä edellisten tutkimusten yhdistelmätutkimuspyynnöt.

Otos

Usein tutkimuksessa keskitytään perusjoukkoa pienemmän havaintoyksikköjoukon eli otoksen tutkimiseen. Otoksesta saatujen tietojen pohjalta voidaan tehdä päätelmiä koko perusjoukosta. (KvantiMOTV 2007.) Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkija voi itse asettaa kriteerit, joiden perusteella aineisto valitaan. Tätä kutsutaan harkinnanvaraiseksi otokseksi. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa pyritään usein yleistettäviin päätelmiin, mutta kvantitatiivisia menetelmiä voidaan käyttää myös silloin, kun halutaan kuvata tutkimuksen kohteena olevaa ilmiötä. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Tämän tutkimuksen otoksena olivat osaston 904 PCR-diagnostiikan tutkimukset ResVirNhO ja EnRiRSNhO sekä osaston 906 PCR-diagnostiikan tutkimukset ResBaktNhO ja PncaNhO. Nämä neljä tutkimusta muodostivat sisällöllisesti ja määrällisesti edustavan ja kattavan otoksen perusjoukosta. Otos tehtiin harkinnanvaraisesti.

5.2.1 Arvovirtakuvausten muodostaminen

Arvovirtakuvausta käytetään Jimmersonin ym. (2005, 251) mukaan kahteen tarkoitukseen. Ensinnäkin ymmärretään prosessin nykytila kokonaisuudessaan ja tunnistetaan missä prosessin vaiheessa parannusta on kannattavaa tehdä, jotta kokonaisuus olisi toimivampi. Toiseksi arvovirtakuvausta voidaan käyttää ponnahduslautana tulevaisuuteen, jolloin tulevaisuuden arvovirta (future-state map) antaa ääriiviivat ja visualisoi muutostavoitteen.

Aineistonkeruu aloitettiin 2017 syksyllä muodostamalla alustavat arvovirtakuvaukset kahdessa VSM (Value stream mapping) -työpajassa 13.9.2017 ja 17.10.2017. Työpajoihin osallistuivat projektipäällikkö ja PCR-diagnostiikassa työskentelevä, tutkimukseen osallistuva henkilöstö. Ensimmäisen VSM-työpajan, ResVirNhO- ja ResBaktNhO-arvovirroista ohjasi Tyks-Sapan kehittämisspäällikkö. Hän johdatteli osallistujat aiheeseen pitämällä alussa esitelmän hukkatekijöistä, arvovirrasta ja arvovirtakuvauksella tavoiteltavista hyödyistä. Toisen VSM-työpajan, EnRiRSNhO- ja PncaNhO-tutkimuksista ohjasi projektipäällikkö.

Arvovirtakuvausten tekeminen aloitettiin VSM-työpajoissa määrittämällä kuvattavalle prosessille asiakas, sekä arvo jota asiakkaalle ollaan tuottamassa. Seuraavaksi kirjattiin suurelle paperilakanalle tutkimus- ja osastokohtaisesti prosessin työvaiheet

kronologisessa järjestyksessä vasemmalta oikealle. Jokaisen työvaiheen kohdalla pysähdyttiin arvioimaan, virtaako prosessi sujuvasti ja suunnitellusti, vai kokevatko työntekijät, että prosessissa on joko järjestelmällisesti tai satunnaisesti ilmeneviä hukkatekijöitä, kuten arvoa tuottamattomia työvaiheita, ongelmia, pullonkauloja, huomioita ja epäkohtia. Pohdittiin myös, mitä näytteelle (=virtausyksikölle) tapahtuu eri työvaiheissa ja ovatko kaikki työvaiheet tarpeellisia. Prosessin virtausta heikentävät hukkatekijät kirjattiin punaisille post-it-lapuille arvovirran yläpuolelle. Jos työpajan aikana ilmeni korjausehdotus havaituille epäkohdille, se kirjattiin vihreälle post-it-lapulle arvovirran alapuolelle. VSM-työpajoissa muodostetut alustavat arvovirtakuvaukset (Kuva 1) loivat pohjan näytteiden havainnointilomakkeen täydentämiseen, hukkien lajitteluun sekä nykytilan arvovirtojen muodostamiseen.



Kuva 1. VSM-työpajassa muodostettu alustava arvovirtakuvaus.

5.2.2 Näytteiden havainnointi

Näytteiden havainnoinnissa tavoitteena oli täydentää ja tarkentaa aikamäärein ja muilla havainnoilla nykytilan PCR-diagnostiikan arvovirtakuvauksia. Aineistonkeruu toteutettiin osallistuvalla havainnoinnilla ennalta jäsennellysti eli systemaattisesti. Näytteiden havainnointi oli aineistonkeruumenetelmänä määrällinen, sillä tutkittavaa ilmiötä kuvattiin numeerisesti ja kerättyä aineistoa analysoitiin laskemalla sekä tilastollisilla menetelmillä.

Koska menetelmä oli määrällinen, saatavaa havainnointi-aineistoa oli tarpeen rajoittaa suunnittelemalla lomake havaintojen tekoa varten (Vilkkä 2007, 80–81). Lomakkeen muodostamisessa käytettiin aikaisempia tutkimuksia ja niistä johdettua tutkimustietoa

(Joseph 2006a; Stoiljkovic 2011; Covill 2015; Laiho 2015; Hjerppe 2016). Lopullinen strukturoitu näytteiden havainnointilomake (Liite 2) johdettiin VSM-työpajoissa muodostetuista alustavista arvovirtakuvauksista.

Lomakkeille oli tarkoitus kirjata havainnoinnin kohteena olevan näytteen jokaisen työvaiheen aloitus- ja lopetusaika minuuttien tarkkuudella, näytteiden lukumäärä sekä muut huomionarvoiset poikkeamat ja erityishuomiot.

Näytteiden havainnoinnin kohteina olivat PCR-tutkimukset ResVirNhO, EnRiRSVNhO, ResBaktNhO ja PncaNhO. Tavoitteena oli kerätä viisi (N=5) havainnointikertaa jokaisesta tutkimuksesta siten, että kolme havainnointikertaa suoritetaan aamukuljetuksella, n. klo 8:00 saapuvista näytteistä ja kaksi havainnointikertaa n. klo 13:00 saapuvista näytteistä.

Aineistonkeruuta edelsi info-tilaisuus, jossa käytiin läpi ohjeistus siitä, mitä lomakkeelle tulisi merkitä ja miten lomaketta tulisi täydentää, jos strukturoitu lomake ei vastaisi käyttötarkoitustaan. Ohjeistuksesta huolimatta osa lomakkeista jouduttiin hylkäämään puutteellisten tietojen vuoksi. Arvovirtakuvauksia varten aineistoksi hyväksyttiin kolme ResVirNhO-seurantalomaketta (n=3), kaksi EnRiRSNhO-seurantalomaketta (n=2), neljä ResBaktNhO-seurantalomaketta (n=4) ja kolme PncaNhO-seurantalomaketta (n=3). Jokaisesta havainnoitavasta tutkimuksesta oli kerätty aineistoa sekä n. klo 8:00 ja n. klo 13:00 saapuneista näytteistä.

Aineistonkeruuseen osallistuvat projektipäällikkö, sekä PCR-diagnostiikassa työskentelevä, tutkimukseen osallistuva henkilöstö.

5.2.3 Hukkahavainnointi

Hukkahavainnoinnin tavoitteena oli tunnistaa osastojen prosesseista hukcatekijöitä havainnoimalla osastojen laboratorioprosesseja strukturoidusti. Hukcatekijät ovat arvoa tuottamattomia työvaiheita, ongelmia, pullonkauloja, huomioita ja epäkohtia, jotka aiheuttavat PCR-prosesseissa virtaustehokkuuden laskua.

Aineistonkeruu toteutettiin tarkkailevalla havainnoinnilla ennalta jäsennellysti eli systemaattisesti. Menetelmä oli laadullinen, sillä havainnoinnilla tutkittiin ilmiön ominaisuuksia ja aineiston analysointi tehtiin sisällön analyysillä tunnistamalla eri hukcatekijöitä ja niiden ominaisuuksia.

Hukka-tunnistuslomakkeeseen (Liite 3) merkittiin työvaiheiden sisällä tunnistettuja hukcatekijöitä teemojen mukaisesti. Hukka-lomakkeen muodostamisessa käytettiin lähteinä aikaisempia tutkimuksia sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta (Garikes 2004; Joseph 2006a; Joseph 2006b; Nicolaou & Borgsdorf 2007; Blecker-Shelly & Mortenson 2008; Tuominen 2010; Ray 2011; Stoiljkovic ym. 2011; Yerian ym. 2012; Liker 2013; Modig & Åhlström 2016).

Aineistonkeruun kohteena olivat osastojen 904 ja 906 PCR-prosessien eri työvaiheet. Havainnointi toteutettiin marraskuussa 2017 kahtena päivänä molemmilla osastoilla. Havainnoinnin suoritti projektipäällikkö.

5.3 Aineiston analysointi

Kerätty aineisto ei itsessään ole vastaus siihen, mitä olemme tutkimassa. Tutkimusaineisto ei tuo ratkaisua tutkimusongelmaan, vaan aineisto on materiaalia, jota analysoimalla päästään tulkintaan. (Vilkkä 2007, 81.)

Aineiston analysoinnissa edettiin liitteessä 1. kuvatulla tavalla. VSM-työpajoissa kerätty aineisto (alustavat arvovirtakuvaukset) analysoitiin ja tutkimuksen kohteena olevien prosessien vaiheet lajiteltiin arvoa tuottaviin, välttämättömiin ja hukkaa aiheuttaviin toimintoihin. Hukcatekijöiden merkitystä ja niiden esiintymistä prosesseissa analysoitiin osastoittain, pääluokittain ja hukkalajeittain. Lopulliset nykytilan arvovirtakuvaukset muodostettiin arvovirta-analyysin ja näytteiden havainnointilomakkeista johdettujen keskeisten laskennallisten parametrien avulla.

5.3.1 Arvovirta-analyysit

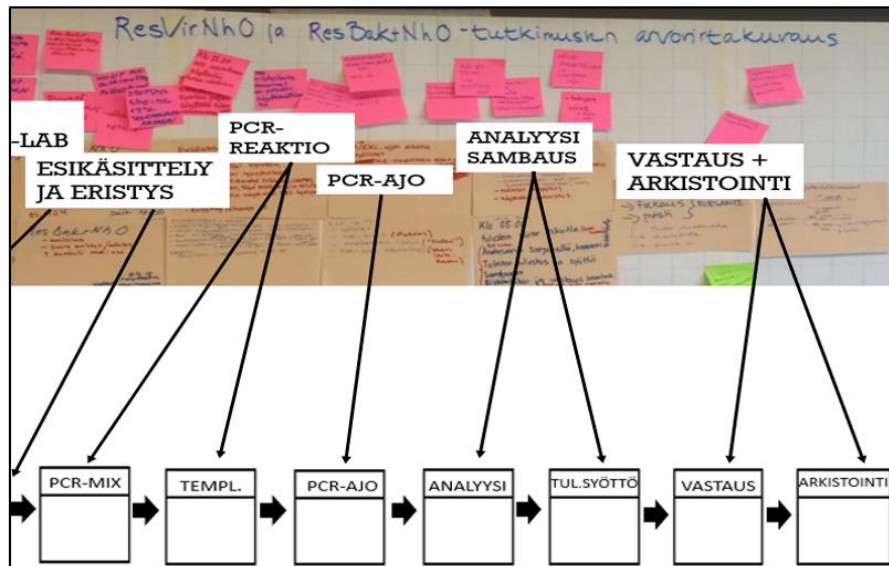
Arvo määräytyy asiakkaan tarpeen näkökulmasta. Prosessissa arvoa tuottavia toimintoja ovat kaikki ne vaiheet, jolloin virtausyksikölle tapahtuu jotain ja kun se jalostuu, eli etenee prosessissa (Modig & Åhlström 2016, 23–24). Terveysturvallisuudessa arvoa tuottavaksi toiminnaksi voidaan käsittää myös toiminnot, jotka lisäävät potilasturvallisuutta (Martinez 2016, 3).

Perinteisin menetelmin tehtävässä PCR-diagnostiikassa arvoa tuottavaa ovat kaikki ne työvaiheet, jolloin näytettä prosessoidaan. Arvoa lisäävinä toimintoina nähdään myös vaiheet, jotka liittyvät näytteiden identifioimiseen ja tuloksen analysoimiseen.

Arvovirtakuvauksen analysointi, sen visuaalinen kuvaaminen tai parametrien laskentamenetelmät eivät ole standardisoituja. Oberhausen & Plapper (2015, 144–148) toteavat, että arvovirtakuvauksen lähestymistavat vaihtelevat lähinnä seuraavien ominaisuuksien suhteen: arvovirtakuvausta kuvaavat symbolit, sen laskennalliset parametrit, laskentatavat koskien aikaa ja muita prosessin indikaattoreita sekä vaihtelu arvovirtakuvauksen visuaalisessa esittämisessä (yhdensuuntainen tai syklinen). Arvovirtakuvaus onkin joustaja tapa kuvata prosessi ja sen tarkoitus on vastata käyttäjän tarkoitukseen.

Arvovirtakuvauksien visuaalisuus ja symboliikka

Projektissa arvovirtakuvausten visuaalisuus ja symboliikka pohjautuivat aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen sekä henkilökohtaisiin tiedonantoihin (Väisänen 2013, The Karen Martin Group 2014; Oberhausen & Plapper 2015; Torkkola 2015, 132; Panneman 2017; Laurila 2018). VSM-työpajoissa muodostetut alustavat nykytilan arvovirtakuvaukset ResBaktNhO-, ResVirNhO-, PncanHo- ja ResVirNhO-laboratoriotutkimuksista saatettiin graafiseen muotoon alla olevan esimerkin (Kuva 2) mukaisesti.



Kuva 2. Esimerkki alustavan arvovirtakuvauksen saattamisesta graafiseen muotoon.

Arvovirtakuvauksen laskennalliset parametrit

Alustavia arvovirtakuvauksia täydennettiin näytteiden seurantalomakkeisiin kerätyillä aikahavainnoilla. Seurantalomakkeista laskettiin tutkimuskohtaisesti tilasto-ohjelmalla

valittujen parametrien keskeisimmät arvot. Laskennallisiksi parametreiksi valittiin kirjallisuuden ja henkilökohtaisten tiedonantojen (The Karen Martin Group 2014; Gleich ym. 2016, 484; Panneman 2017; Laurila 2018) perusteella LT (Lead time) = Virtausaika, OT (Operator time) = Henkilöaika, ET (Equipment time) = Laiteaika, WT (Waiting time) = Odotusaika, PT (Process time) = Aktiivinen prosessointiaika, sekä PT % = Virtaustehokkuus. Käytettyjen parametrien tarkemmat selitykset on esitetty taulukossa 4 ja taulukossa 6.

PCR-laboratorion nykytilan prosessien arviointia varten seurantalomakkeista johdettiin Lean-parametrien lisäksi IR-TAT-läpimenoajat, jolla tarkoitetaan kestoa, joka näytteeltä menee PCR-laboratorioon saapumisesta siihen, että tutkimustulos vastataan asiakkaalle (Lou ym. 2017, 864).

5.3.2 Hukka-analyysit

Aineistonkeruun tuloksena (menetelminä VSM ja hukkahavainnointi) PCR-prosesseissa havaittiin erilaisia hukcatekijöitä. Hukcatekijät ovat arvoa tuottamattomia työvaiheita, ongelmia, pullonkauloja, huomioita ja epäkohtia, jotka aiheuttavat PCR-prosesseissa virtaustehokkuuden laskua. Hukcatekijöitä analysoitiin taulukoimalla niitä eri pääluokkiin ja hukka-lajeihin osastoittain alla olevan esimerkin (Kuva 3) mukaisesti.



PÄÄLUOKAT HAVAINNOT, ONGELMA, PULLONKAULA, HUKKA (arvovirtakuvauksien pohjalta) Os. 904 Os. 906 Os. 904 + 906	HUKKA-LAJI: 1. Ylituotanto 2. Tarpeeton varastointi 3. Odottaminen 4. Materiaalin siirto 5. Ylimääräinen prosessointi 6. Tarpeeton liike 7. Virheet
METODIT, MENETELMÄT	
Aamuposti pullonkaula	3.
Väliaikaiset HETUt	3. 6.
Muut PCR-tutkimukset eristetään samanaikaisesta	3.
LÄHETTÄVÄ YKSIKKÖ	
Samassa näyteputkessa useampi tutkimuspyyntö	3. 4. 5. 6. 7.
Pyyntö puuttuu/ ei toimi	3. 7.
Virheellisesti tulleet näytteet > uudelleen lähetyt	3.
HENKILÖKUNTA	
PCR-henkilökunta avaamassa postia	6.

Kuva 3. Esimerkki hukkataulukoinnista.

Hukkatekijät osastoittain

Jotta hukkatekijöiden esiintymistä olisi mahdollista verrata osastoittain, lajiteltiin ne analyysivaiheessa seuraavasti:

- a) Yhteiset hukkatekijät: Nämä hukkatekijät esiintyvät molempien osastojen (Os. 904 ja Os. 906) PCR-prosesseissa.
- b) Osaston 904 hukkatekijät: Nämä hukkatekijät esiintyvät ainoastaan 904:n PCR-prosessissa.
- c) Osaston 906 hukkatekijät: Nämä hukkatekijät esiintyvät ainoastaan 906:n PCR-prosessissa.

Hukkatekijät pääluokittain

Analyysivaiheessa hukkatekijät taulukoitiin niiden aiheuttamislähteiden perusteella kuuteen pääluokkaan: Menetelmät, menetelmät; Lähettävä yksikkö; Henkilökunta; Ympäristö, tilat; Laitteet; Materiaalit (Suhonen 2017). Nämä kuusi pääluokkaa vaikuttavat kokonaisprosessiin ja selvittämällä, mistä hukkatekijöiden syntyminen johtuu, on mahdollista päästä selville, minne korjaavat toimenpiteet tulisi kohdentaa (Torkkola 2015, 98).

Hukkatekijät hukkalajeittain

Analyysissa taulukoitiin hukkatekijät hukkalajeittain: 1. Ylituotanto, 2. Tarpeeton varastointi, 3. Odottaminen, 4. Materiaalin siirto, 5. Ylimääräinen prosessointi, 6. Tarpeeton liike sekä 7. Virheet. Analyysin tavoitteena oli selvittää, mikä hukka-laji on prosesseissa vallitsevaa ja laskee virtausta eniten? On huomattava, että yksi hukkatekijä voi aiheuttaa useampaa hukka-lajia samanaikaisesti ja siten estää prosessin virtausta eri tavoin tai useassa eri työvaiheessa. Näiden hukkatekijöiden löytäminen olisi virtaustehokkuuden parantamisen kannalta tärkeää.

6 TULOKSET

6.1 Nykytilan arvovirtakuvaukset

Osastojen 904 ja 906 PCR-prosesseista muodostettiin kolme nykytilan arvovirtakuvausta. Arvovirtakuvaukset on esitetty liitteissä 4, 5 ja 6.

Arvovirtakuvauksen virtausyksikkönä on näytesarja ja prosessin tuotteena on näytteestä pyydetty laboratoriotutkimuksen tulos. Muodostetuissa arvovirtakuvauksissa ilmenee työvaiheet, jolloin näytettä prosessoidaan eli sille tuotetaan arvoa, sekä vaiheet, jolloin näyte odottaa siirtymistä seuraavaan prosessin työvaiheeseen. Arvovirtojen aikajanoissa on esitetty eri aikoina (noin klo 8:00 ja noin klo 13:00) saapuneiden näytteiden prosessointiajat sekä odotusajat.



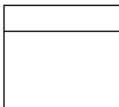



Perinteisin menetelmin tehtävässä PCR-diagnostiikassa arvoa tuottavaa ovat kaikki ne työvaiheet, jolloin näytettä prosessoidaan. Arvoa lisäävinä toimintoina nähdään myös vaiheet, jotka liittyvät näytteiden identifioimiseen ja tulosten analysoimiseen. Nämä työvaiheet on kuvattu arvovirtakuvauksissa lyhenteillä OT= Henkilöaika, ET= Laiteaika ja PT= Aktiivinen prosessointiaika (ks. selitys Taulukko 4). Myös vaiheet, jotka eivät suoraan tuota virtausyksikölle arvoa, mutta ovat prosessin kannalta välttämättömiä, on arvovirtakuvauksessa sisällytetty edellä mainittuihin parametreihin.

Arvoa tuottavia työvaiheita prosessissa ovat näytteiden kirjaus, esikäsittely, eristys, templaatin lisäys, PCR-ajo, tulosten analysointi ja niiden vastaaminen asiakkaalle (ks. Taulukko 5). PCR-prosessissa arvoa tuottamattomia, mutta välttämättömiä työvaiheita ovat näytteiden saapuminen yhteiseen näytteenvastaanottoon, työlistan teko, PCR-mixien valmistus, tulosten syöttö ATK:lle sekä näytteiden ja vastausten arkistointi. Lisäksi välttämättömiä työvaiheita ovat tarvikkeiden ja reagenssien siirtäminen työpisteelle, putkien merkitseminen, biosuoja-kaappien puhdistus ja UV-säteilytys sekä telineiden ja muiden tarvikkeiden puhdistaminen.

6.1.1 Käytetyt symbolit ja parametrit

Arvovirtakuvauksien ja niistä johdettujen tulosten tulkinnan kannalta on tärkeää tietää, mitä eri symboleilla ja parametreille tarkoitetaan. Arvovirtakuvauksissa käytettyjen symbolien selitykset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Arvovirtakuvauksissa käytettyjen symbolien selitykset.

SYMBOLI	SELITYS	SYMBOLI	SELITYS
	Sähköinen tietojärjestelmä		Työvaiheen henkilömäärä
	Prosessin työvaihe		Tiedon siirto sähköisesti
	Pitkä odotusvaihe		Tiedon siirto manuaalisesti

Arvovirtakuvauksissa käytetyt parametrit eivät ole standardoituja (Oberhausen & Plapper 2015, 144–148). Tämän projektin arvovirtakuvauksissa käytettyjen parametrien lyhenteet ja niiden merkitys on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Arvovirtakuvauksissa käytettyjen parametrien ja lyhenteiden selitykset.

Lyhenne	Parametri	Selitys
LT	Virtausaika (Lead time)	Virtausajalla tarkoitetaan prosessin aktiivisen työvaiheen kestoa siitä aikapisteestä kun virtausyksikkö (=näytesarja) saapuu työvaiheeseen, siihen asti, että työvaihe on suoritettu loppuun.
OT	Henkilöaika (Operator time)	Henkilöajalla tarkoitetaan kestoa, jonka aikana virtausyksikköä prosessoi henkilö.
ET	Laiteaika (Equipment time)	Laiteajalla tarkoitetaan kestoa, jonka aikana virtausyksikköä prosessoi laite.
WT	Odotusaika (Waiting time)	Odotusajalla tarkoitetaan kestoa, jonka virtausyksikkö joutuu odottamaan työvaiheiden välillä (edellinen työvaihe on valmis, seuraavaa työvaihetta ei olla vielä aloitettu).
PT	Aktiivinen prosessointiaika (Process time)	Aktiivisella prosessointiajalla tarkoitetaan arvoa tuottavaa aikaa, jolloin virtausyksikköä prosessoi joko henkilö OT tai laite ET.

Prosessin työvaiheet on merkitty arvovirtakuvauksiin lyhentein. Tarkempi kuvaus työvaiheista on alla olevassa taulukossa (Taulukko 5).

Taulukko 5. Arvovirtakuvauksien prosessin työvaiheiden selitykset.

PROSESSIN TYÖVAIHE	TARKEMPI KUVAUS TYÖVAIHEEN SISÄLLÖSTÄ
NVO	Näytteet saapuvat näytteiden vastaanottoon Mikro-rakennuksen 1. kerrokseen. PCR-tutkimuksiin tulevat näytteet lajitellaan erikseen.
PCR-LAB.	Näytteet saapuvat PCR-laboratorioon.
KIRJAUS	Näytteiden soveltuvuuden arviointi, kirjaaminen ATK-järjestelmään, numerointi ja lajittelu.
ESIKÄSITTELY	Esikäsittely toiminta-ohjeiden mukaisesti. Eri näytteenlaaduilla saattaa olla eri esikäsittelyvaiheita, kuten sentrifugointi, Proteinaasi K-käsittely tai lyysaus.
ERISTYS	Nukleiinihappojen eristäminen EasyMag-analysaattorilla. Jos lyysausta ei olla tehty esikäsittelyssä, laite suorittaa sen tässä vaiheessa.
PCR-MIX	PCR-mastermixin (RNA-virukset: cDNA-mixin) valmistus puhdastilassa, mahdollisesti jakaminen PCR-ajoputkiin/-ajostripseihin/ -ajolevyille.
cDNA	RNA-virukset: cDNA-mixin jako putkiin ja eristettyjen nukleiinhappojen lisääminen cDNA-mixiin. Kuumennus.
TEMPL.	PCR-mastermixin jakaminen, jos sitä ei ole tehty puhdastilassa. Templaatin eli eristettyjen nukleiinihappojen lisääminen PCR-mastermixiin. RNA-virukset: templaattina toimii cDNA-reaktio.
PCR-AJO	PCR-ajoputkien/-ajostripsien/ -ajolevyjen lataaminen laitteeseen. PCR-ajon käynnistäminen ja näytteiden kirjaaminen ajo-ohjelmaan. PCR-ajo reaaliaikaisella Rotorgene- tai Bio-Rad- PCR-laitteella.
ANALYYSI	PCR-ajon jälkeen ajossa kerätty informaatio analysoidaan ajo-laitteen analyysiohjelmalla tai tutkimuskohtaisella analyysiohjelmistolla.
TUL. SYÖTTÖ	Analyysin tulokset syötetään laboratorion ATK-järjestelmään.
VASTAUS	ATK-järjestelmässä olevan tuloksen oikeellisuus tarkistetaan, mahdollisesti täydennetään ja vastataan asiakkaalle.
ARKISTOINTI	Näytteet ja tulokset arkistoidaan sovitulla käytännöllä sovituksi ajanjaksoksi.

6.1.2 Laskennallisten parametrien tulokset

Jotta tulevaisuuden prosesseihin tulisi valittua parhaimmat käytännöt, pyrittiin tuloksiin tuomaan esille prosessien välisiä eroja niin eri osastojen, kuin eri tutkimuksienkin välillä. Eri parametreista johdetut laskennalliset arvot on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Arvovirtakuvauksen laskennallisten parametrien selitykset ja kaavat.

Lyhenne	Parametri	Selitys
PT^{TOTAL}	Aktiivinen kokonaisprosessointiaika	Summa kaikista prosessointiajoista. Edustaa arvoa tuottavien toimintojen kokonaiskestoja prosessissa.
WT^{TOTAL}	Kokonaisodotusaika	Summa kaikista prosessin odotusajoista.
LT^{TOTAL} + WT^{TOTAL}	Kokonaisvirtausaika	Kokonaisvirtausaika lasketaan summaamalla koko prosessin virtausajat (=LT ^{TOTAL}) ja koko prosessin odotusajat (=WT ^{TOTAL}) yhteen.
PT %	Virtaustehokkuus	PT ^{TOTAL} osuus LT ^{TOTAL} + WT ^{TOTAL} -ajasta

Virtausajat ja virtaustehokkuudet

Virtaustehokkuudella tarkoitetaan prosessissa arvoa tuottavien toimintojen summaa suhteessa läpimenoaikaan (Modig & Åhlström 2016, 26). Tämän projektin arvovirroissa arvoa tuottavien toimintojen kesto on summa kaikista prosessointiajoista eli aktiivinen kokonaisprosessointiaika PT^{TOTAL}. Läpimenoaika on kesto, joka virtausyksiköltä kuluu, kun se etenee määritelmämme mukaisen prosessin alusta loppuun (Modig & Åhlström 2016, 19). Kokonaisvirtausajalla tässä projektissa tarkoitetaan kestoja, joka virtausyksiköltä kuluu kun se saapuu näytteiden vastaanottoon ja etenee prosessin loppuun, eli vastausten arkistointivaiheeseen. Kokonaisvirtausaika lasketaan summaamalla koko prosessin virtausajat (=LT^{TOTAL}) ja koko prosessin odotusajat (=WT^{TOTAL}). Virtaustehokkuus on ilmaistu prosenttilukuna PT % ja se merkitsee aktiivisen kokonaisprosessointiajan osuutta kokonaisvirtausajasta (PT^{TOTAL} osuus LT^{TOTAL}+ WT^{TOTAL} -ajasta.) Alla (Taulukko 7 ja Taulukko 8) on esitetty eri aikoina: noin klo 8:00 ja noin klo 13:00 saapuneiden näytesarjojen laskennallisia parametreja tutkimuksittain ja osastoittain.

Taulukko 7. Osaston 906 laskennalliset parametrit tutkimuksittain.

ResBaktNhO-sarja		PncaNhO-sarja	
Näytesarja Klo 8:00	Näytesarja Klo 13:00	Näytesarja Klo 8:00	Näytesarja Klo 13:00
LT^{TOTAL} : 363 min (6h3min)	LT^{TOTAL} : 363 min (6h6min)	LT^{TOTAL} : 388 min (6h28min)	LT^{TOTAL} : 388 min (6h28min)
WT^{TOTAL} : 1146 min (19h6min)	WT^{TOTAL} : 2309 min (38h29min)	WT^{TOTAL} : 1340 min (22h20min)	WT^{TOTAL} : 2495 min (41h35min)
PT^{TOTAL} : 385 min (6h25min)	PT^{TOTAL} : 385 min (6h25min)	PT^{TOTAL} : 399 min (6h39min)	PT^{TOTAL} : 399 min (6h39min)
PT% : 25%	PT% : 14%	PT% : 22%	PT% : 13%

Aktiivinen kokonaisprosessointi-aika osaston 906 nykytilan PCR-prosesseissa on tulosten perusteella keskimäärin 6 tuntia 32 minuuttia (minimi 6 h 25 min ja maksimi 6 h 39 min). Virtaustehokkuus osaston 906 prosesseissa vaihtelee 13 %:n ja 25 %:n välillä. Kokonaisodotusaika aamulla saapuneissa näytesarjoissa on keskimäärin 20 tuntia 43 minuuttia (minimi 19 h 6 min ja maksimi 22 h 20 min) ja iltapäivällä saapuneissa näytesarjoissa keskimäärin 40 tuntia 2 minuuttia (minimi 38 h 29min ja maksimi 41 h 35 min).

Taulukko 8. Osaston 904 laskennalliset parametrit tutkimuksittain.

EnRiRSNhO-sarja		ResVirNhO-sarja		
Näytesarja Klo 8:00	Näytesarja Klo 13:00	Näytesarja 1. Klo 13:00	Näytesarja 2. Klo 8:00	Näytesarja 3. Klo 8:00
			2 x EasyMag	
LT^{TOTAL} : 352 min (5h52min)	LT^{TOTAL} : 352 min (5h52min)	LT^{TOTAL} : 276 min (4h36min)	LT^{TOTAL} : 330 min (5h30min)	LT^{TOTAL} : 291 min (4h51min)
WT^{TOTAL} : 55 min	WT^{TOTAL} : 1211 min (20h11min)	WT^{TOTAL} : 1226 min (20h26min)	WT^{TOTAL} : 36 min	WT^{TOTAL} : 73 min (1h13min)
PT^{TOTAL} : 350 min (5h50min)	PT^{TOTAL} : 359 min (5h59min)	PT^{TOTAL} : 276 min (4h36min)	PT^{TOTAL} : 315 min (5h15min)	PT^{TOTAL} : 291 min (4h51min)
PT% : 86%	PT% : 23%	PT% : 18%	PT% : 86%	PT% : 80%

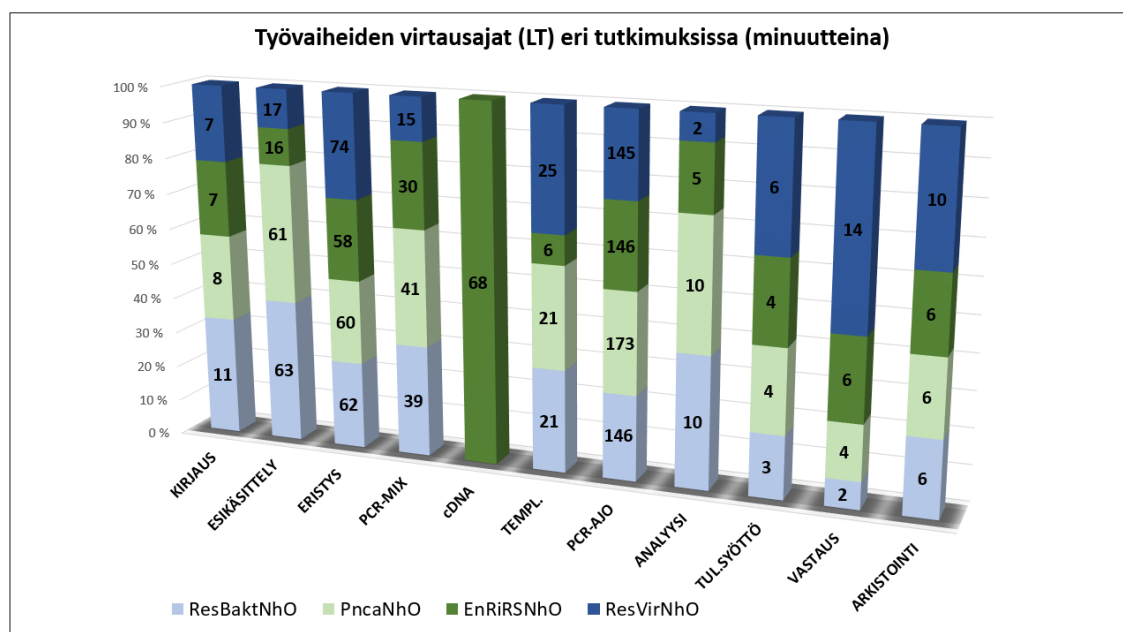
Aktiivinen kokonaisprosessointi-aika osaston 904 nykytilan PCR-prosesseissa on tulosten perusteella keskimäärin 5 tuntia 18 minuuttia (minimi 4 h 36 min ja maksimi 5 h 59 min). Tulosten tarkastelussa on huomioitava EnRiRSNhO-prosessin sisältämä cDNA-

vaihe, jota muissa havaittavissa tutkimuksissa ei ole. Virtaustehokkuus osaston 904 prosesseissa vaihtelee 18 %:n ja 86 %:n välillä. Kokonaisodotusaika aamulla saapuneissa näytesarjoissa on keskimäärin 55 minuuttia (minimi 36 minuuttia ja maksimi 73 min) ja iltopäivällä saapuneissa näytesarjoissa keskimäärin 20 tuntia 19 minuuttia (minimi 20 h 11 min ja maksimi 20 h 26 min).

Matalin virtaustehokkuus (13 %) on PncaNhO-näytesarjan prosessissa, kun näyte saapuu laboratorioon iltopäivällä noin klo 13:00 aikaan ja korkein virtaustehokkuus (86 %) on EnRiRSNhO- ja ResVirNhO-näytesarjan prosessissa, kun näyte saapuu aamupostissa.

Työvaiheiden virtausajat

Kuviossa 8 on esitetty eri työvaiheiden virtausaikoja (LT) tutkimuksittain. Virtausajalla tarkoitetaan prosessin aktiivisen työvaiheen kestoa siitä aikapisteestä kun virtausyksikkö (=näytesarja) saapuu työvaiheeseen, siihen asti, että työvaihe on suoritettu loppuun.



Kuvio 8. Prosessin eri työvaiheiden virtausajat (LT) tutkimuksittain keskiarvoina.

EnRiRSNhO-tutkimuksessa on muista havainnoitavista tutkimuksista poiketen cDNA-vaihe PCR-mix:n valmistuksen ja templaatin lisäyksen välissä.

Odotusajat

Taulukoissa 9 ja 10 on esitetty eri aikoina, noin klo 8:00 ja noin klo 13:00 saapuneiden näytteiden odotusajat. Odotusajalla (WT) tarkoitetaan kestoa, jonka virtausyksikkö joutuu odottamaan työvaiheiden välillä. Edellinen työvaihe on valmis, mutta seuraavaa työvaihetta ei ole vielä aloitettu.

Taulukko 9. Odotusajat noin klo 8:00 saapuneissa näytteissä.

	Odotusaika (WT) minuutteina klo 8:00 saapuneet näytteet			
	ResBaktNhO (n=3)	PncaNhO (n= 2)	EnRiRSNhO (n=2)	ResVirNhO (n=1)
Odotusvaihe	ka (min/max)	ka (min/max)	ka (min/max)	
Näytteet saapuvat NVO > Kirjaus	58 (42/82)	66 (50/82)	29 (25/33)	18
Kirjaus valmis > Esikäsittely	15 (4/35)	21 (6/35)	0 (0/0)	0
Esikäsittely valmis> Eristys	100 (94/105)	97 (94/100)	0 (0/0)	5
Eristys valmis> PCR-MIX	47 (28/64)	39 (28/50)	0 (0/0)	13
PCR-MIX valmis> Templaatin lisäys	6 (2/10)	4 (2/5)	1 (0/2)	11
Templaatin lisäys valmis> PCR-ajo	3 (1/5)	2 (1/2)	3 (2/4)	0
PCR-ajo valmis> Analyysi	867 (847/890)	867 (864/870)	4,5 (4/5)	0
Analyysi valmis> Tulosten syöttö	18 (0/54)	27 (0/54)	2,5 (2/3)	2
Tulosten syöttö valmis> Vastaus	8 (0/24)	198 (173/222)	4 (3/5)	11

ResVirNhO-tutkimuksessa oli vain yksi havainnointikerta, joten minimi- tai maksimiarvoa ei merkitty. EnRiRSNhO-tutkimuksessa on muista havainnoitavista tutkimuksista poiketen cDNA-vaihe PCR-mix:n valmistuksen ja templaatin lisäyksen välissä. Odotusaika WT minuutteina PCR-MIX valmis > cDNA keskiarvo 10 ja min/max 5/15.

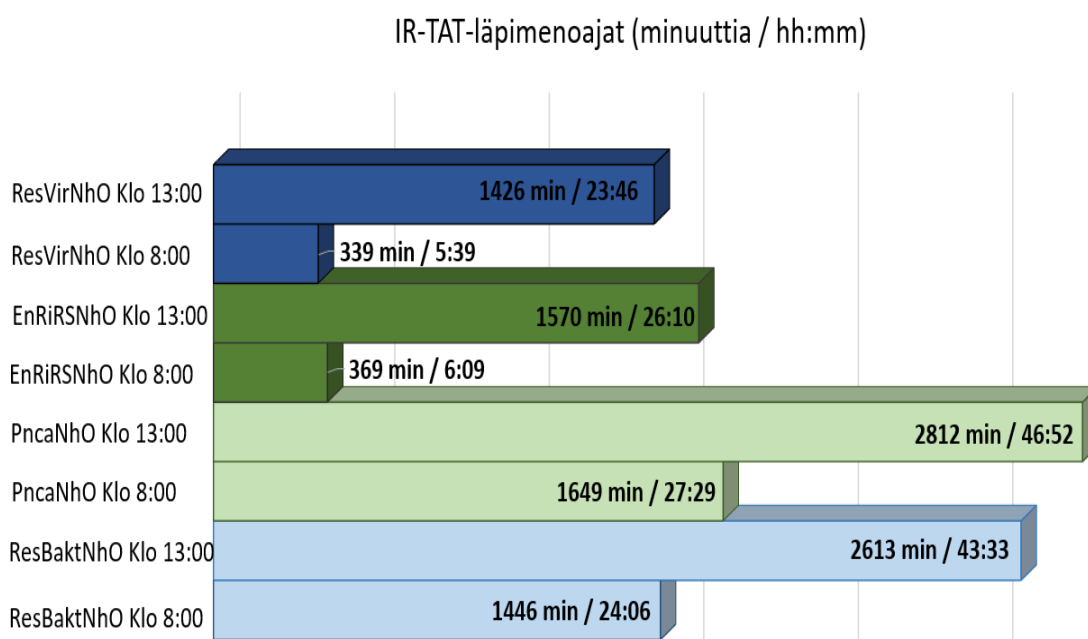
Taulukko 10. Odotusajat noin klo 13:00 saapuneissa näytteissä.

	Odotusaika (WT) minuutteina klo 13:00 saapuneet näytteet			
	ResBaktNhO (n=1)	PncaNhO (n= 1)	EnRiRSNhO (n=1)	ResVirNhO (n=1)
Näytteet saapuvat NVO > Kirjaus	1221	1221	14	7
Kirjaus valmis > Esikäsittely	2	2	1	0
Esikäsittely valmis> Eristys	104	104	1	17
Eristys valmis> PCR-MIX	125	125	1129	1163
PCR-MIX valmis> Templaatin lisäys	5	5	5	8
Templaatin lisäys valmis> PCR-ajo	2	2	3	4
PCR-ajo valmis> Analyysi	886	851	49	20
Analyysi valmis> Tulosten syöttö	2	2	2	2
Tulosten syöttö valmis> Vastaus	33	224	2	5

Iltapäivänäytteiden havainnointikerrat jäivät yhteen, jonka vuoksi odotusajoista ei ole merkitty minimi- tai maksimiarvoja. EnRiRSNhO-tutkimuksen odotusaika PCR-MIX valmis > cDNA oli 5 minuuttia.

Näytteiden IR-TAT-läpimenoajat

Kuviossa 9 on esitetty IR-TAT-läpimenoajat tutkimuksittain eri aikoina, noin klo 8:00 ja noin klo 13:00 saapuneista näytteistä. IR-TAT -läpimenoajalla tarkoitetaan kestoa, joka näytteeltä menee PCR-laboratorioon saapumisesta tuloksen vastaamiseen asiakkaalle.



Kuvio 9. Näytteiden IR-TAT-läpimenoajat tutkimuksittain.

6.2 Havaitut hukcatekijät

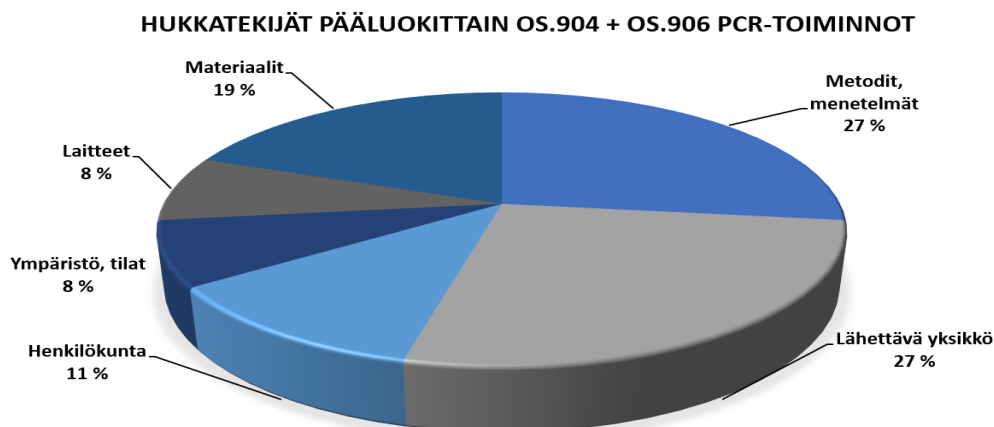
Arvovirtakuvauksien ja hukkahavainnoinnin pohjalta PCR-prosesseissa havaittiin kokonaisuudessaan 45 erilaista hukcatekijää eli arvoa tuottamattomia työvaiheita, ongelmia, pullonkauloja ja epäkohtia, jotka aiheuttavat prosessissa virtaustehokkuuden laskemista.

Hukcatekijät lajiteltiin analyysivaiheessa osastoittain yhteisiin hukcatekijöihin (os.904+906), sekä hukcatekijöihin, jotka esiintyvät ainoastaan toisen osaston toiminnassa (os.904 tai os.906). Tulokset havaituista hukcatekijöistä esitetään osastoittain visuaalisesti syy-seuraus-suhteittain, ns. Ishikawa-kaavioiden muodossa (Liitteet 7, 8 ja 9).

On huomattava, että yksi hukcatekijä voi aiheuttaa useampaa hukka-lajia samanaikaisesti. Esimerkkinä lähettävästä yksiköstä aiheutuva yhteinen hukcatekijä: "Samassa näyteputkessa useampi tutkimuspyyntö", jonka seurauksena näyte on jaettava useaan putkeen ja toimitettava muihin laboratorioihin. Hukcatekijä johtuu virheestä ja aiheuttaa PCR-prosessissa odottamista, materiaalin siirtoa, ylimääräistä prosessointia sekä tarpeetonta liikettä.

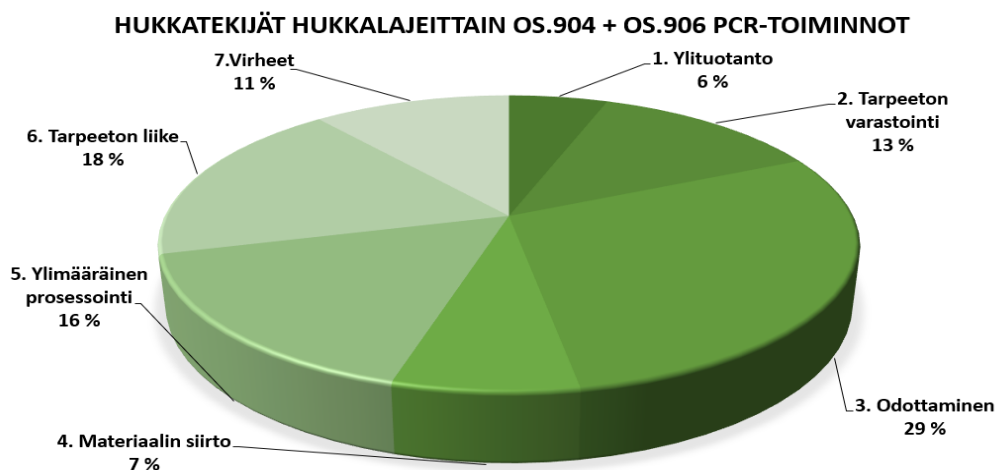
Yhteiset hukcatekijät

Yhteiset hukcatekijät ovat hukcatekijöitä, joita esiintyy molempien osastojen (os. 904 ja os. 906) PCR-prosesseissa. Näitä tekijöitä havaittiin 26 kpl (Liite 7). Alla olevissa kuvioissa 10. ja 11. hukcatekijät on esitetty pääluokittain sekä hukkalajeittain.



Kuvio 10. Osastojen yhteiset hukcatekijät pääluokittain.

Hukcatekijöiden aiheuttajat suuruusjärjestyksessä suurimmasta aiheuttajasta pienimpään: 1. Metodit, menetelmät ja Lähetävä yksikkö, 2. Materiaalit, 3. Henkilökunta, 4. Ympäristö, tilat ja Laitteet

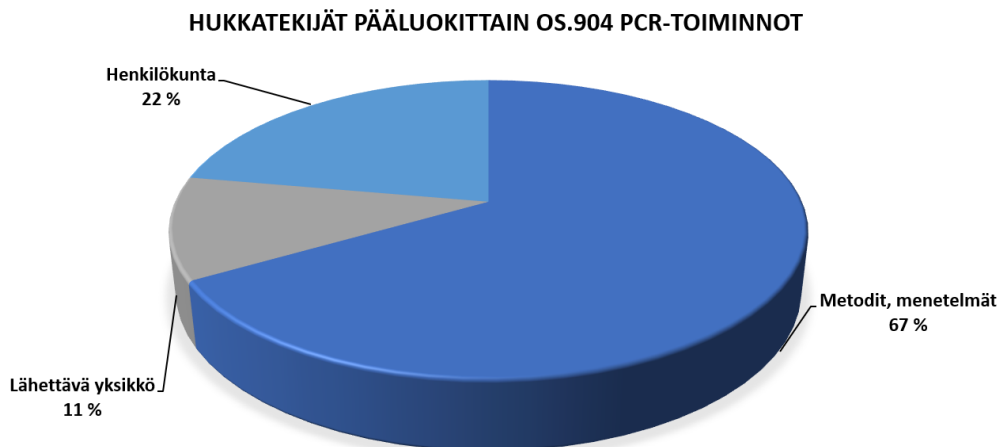


Kuvio 11. Osastojen yhteiset hukcatekijät hukkalajeittain.

Hukcatekijät hukkalajeittain suuruusjärjestyksessä: suurimmasta hukkalajista pienimpään: 1. Odottaminen, 2. Tarpeeton liike, 3. Ylimääräinen prosessointi, 4. Tarpeeton varastointi, 5. Virheet, 6. Materiaalin siirto, 7. Ylituotanto.

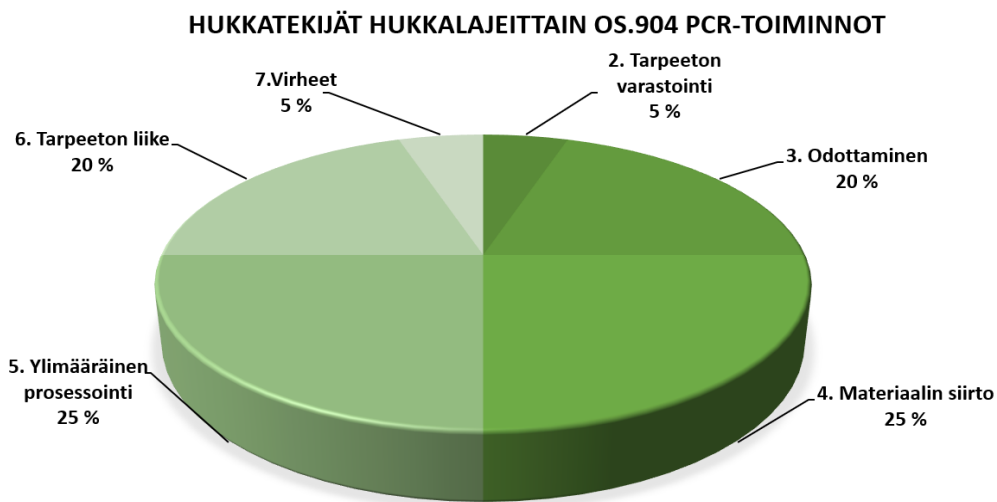
Osaston 904 hukcatekijät

Osaston 904 hukcatekijät: Hukcatekijöitä, joita esiintyy ainoastaan osaston 904 PCR-prosesseissa havaittiin 9 kpl (Liite 8). Alla olevissa kuvioissa 12. ja 13. hukcatekijät on esitetty pääluokittain sekä hukkalajeittain.



Kuvio 12. Osaston 904 hukcatekijät pääluokittain.

Hukcatekijöiden aiheuttajat suuruusjärjestyksessä suurimmasta aiheuttajasta pienimpään: 1. Metodit, menetelmät, 2. Henkilökunta 3. Lähetävä yksikkö.

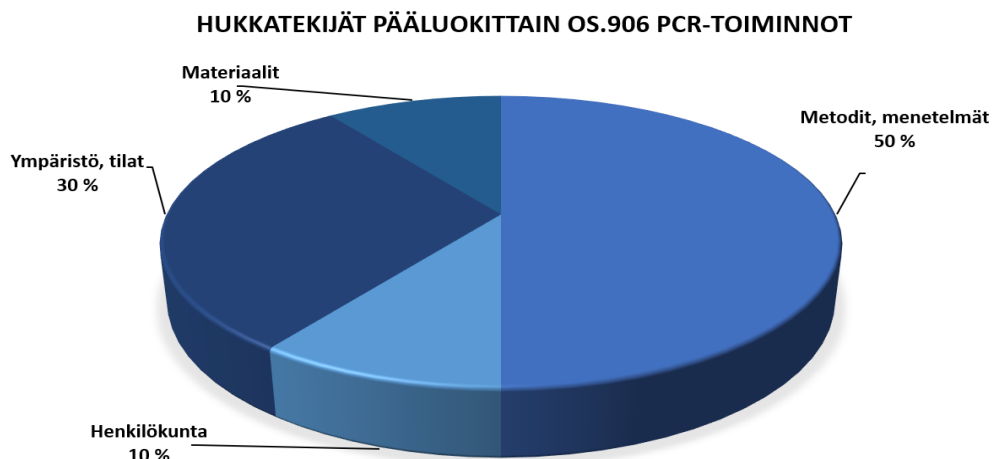


Kuvio 13. Osaston 904 hukcatekijät hukkalajeittain.

Hukcatekijät hukkalajeittain suuruusjärjestyksessä: suurimmasta hukkalajista pienimpään: 1. Materiaalin siirto ja Ylimääräinen prosessointi, 2. Odottaminen ja Tarpeeton liike, 3. Tarpeeton varastointi ja Virheet.

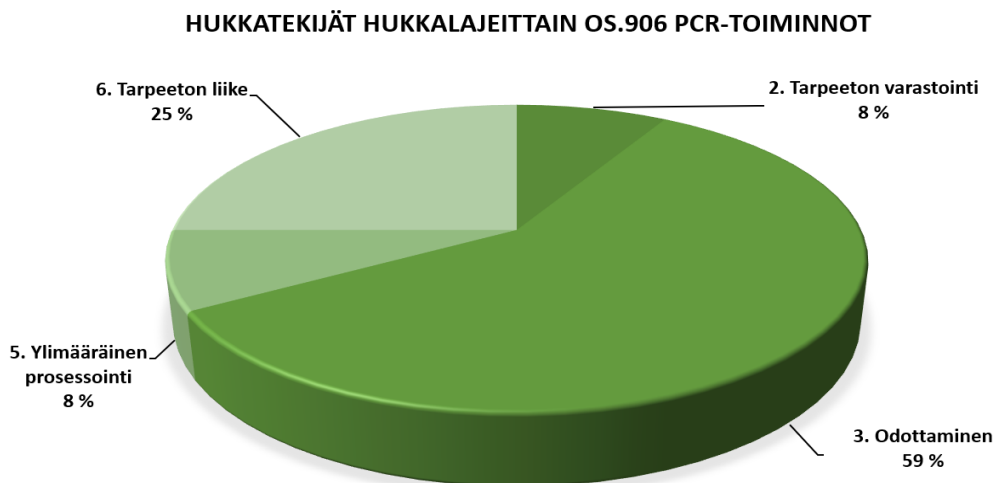
Osaston 906 hukkatekijät

Osaston 906 hukkatekijät: Hukkatekijöitä, joita esiintyy ainoastaan osaston 906 PCR-prosesseissa havaittiin 10 kpl (Liite 9). Alla olevissa kuvioissa 14. ja 15. hukkatekijät on esitetty pääluokittain sekä hukkalajeittain.



Kuvio 14. Osaston 906 hukkatekijät pääluokittain.

Hukkatekijöiden aiheuttajat suuruusjärjestyksessä suurimmasta aiheuttajasta pienimpään: 1. Metodit, menetelmät, 2. Ympäristö, tilat 3. Henkilökunta, materiaalit.



Kuvio 15. Osaston 906 hukkatekijät hukkalajeittain.

Hukkatekijät hukkalajeittain suuruusjärjestyksessä: suurimmasta hukkalajista pienimpään: 1. Odottaminen, 2. Tarpeeton liike, 3. Ylimääräinen prosessointi, Tarpeeton varastointi.

7 POHDINTA

7.1 Tulosten tarkastelu

Tulosten tarkastelussa pyrittiin löytämään vastaus siihen, minkälainen on Medisiina D:n yhteinen, virtaustehokas arvovirtakuvaus perinteisin menetelmin tehtäviin PCR-diagnostisiin tutkimuksiin. Tuloksia tarkasteltiin vertailemalla eri osastojen välisiä IR-TAT-läpimenoaikoja, prosessointiaikoja sekä prosessien virtaustehokkuuksia. Hukkatekijöitä tarkastellessa arvioitiin paitsi hukkatekijöiden aiheuttajalähdettä ja aiheutunutta hukkalajia, myös niiden merkitystä suhteessa kokonaisvirtaustehokkuuteen.

Arvovirtakuvauksien ja laskennallisten parametrien tarkastelu

Asiakkaan kannalta lisäarvoa tuottaa nopeasti saatu laboratoriotulos. IR-TAT-läpimenoaikaa mittarina käyttäen voidaan osoittaa missä ajassa näytteen saapumisesta laboratorioon tulos voidaan vastata asiakkaalle. Kuviosta 9 sekä arvovirtakuvauksista liitteistä 4, 5 ja 6 voidaan havaita, että aamupostissa (noin klo 8:00) tullut respiratorinen näyte (ResVirNhO) vastataan osastolta 904 alle kuudessa tunnissa, kun taas osastolla 906 näytteen (ResBaktNhO) analysoimiseen kuluu keskimäärin vuorokausi. Samansuuntainen ero on nähtävissä PncaNhO- ja EnRiRSNhO-näytesarjoissa: aamulla laboratorioon tullut näyte vastataan osastolta 904 yli neljä kertaa nopeammin, huolimatta EnRiRSNhO-tutkimukseen kuuluvasta cDNA-vaiheesta.

Iltapäivällä tulleet näytteet (noin klo 13:00) odottavat molemmilla osastoilla seuraavan päivän sarjaan. Tästä johtuen kaikkiin iltpäivällä saapuneisiin näytteisiin tulee 18–20 tunnin viive verrattuna niihin näytteisiin, jotka saapuvat aamupostissa. Osaston 906 prosessissa tämä merkitsee lähes 45 tunnin IR-TAT-läpimenoaikoja.

Taulukoissa 7 ja 8 kokonaisprosessointiaika PT^{TOTAL} kuvaa näytesarjoissa kestoa, jonka aikana näytettä prosessoidaan. Tuloksista voidaan johtaa tulkinta, että näytteisiin käytetty kokonaisprosessointiaika on melko tasainen huolimatta siitä, milloin näyte on saapunut. Tuloksista voidaan myös nähdä, että osaston 904 respiratorinen tutkimus (ResVirNhO) prosessoidaan alle viiden tunnin, kun osaston 906 vastaavan tutkimuksen (ResBaktNhO) aktiivinen kokonaisprosessointiaika on n. kuusi ja puoli tuntia. Osaston 904 ResVirNhO-tutkimuksen prosessointiaika nousee yli viiden tunnin, kun näytesarja

kasvaa yli 23 näytteen, jolloin EasyMag-ekstraktorin kapasiteetti ylittyy ja eristys-sarjoja pitää tehdä kaksi. PncaNhO- ja EnRiRSNhO-näytesarjoissa kokonaisprosessointiajat ovat hieman pidemmät: osastolla 906 hieman yli kuusi ja puoli tuntia ja osastolla 904 alle kuuden tunnin.

Taulukoissa 7 ja 8 esitetyt virtaustehokkuus PT % -parametrit paljastavat, miten sujuvia, virtaavia ja tehokkaita prosessit ovat. Virtaustehokkuuden ollessaan äärimmillään, se lähestyy 100 %. Virtaustehokkuus osastolla 906 aamupostissa saapuneissa näytesarjoissa oli 22 % ja 25 % kun osastolla 904 vastaavat luvut olivat 80 % ja 86 %. Iltapäiväpostissa (noin klo 13:00) saapuvien näytteiden virtaustehokkuus osastolla 906 oli 13 % ja 14 % ja osastolla 904 18 % ja 23 %.

Tuloksista voidaan tehdä tulkinta, että osaston 904 perinteisin menetelmin tehtävien Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion PCR-prosessit ovat nykytilassa virtaustehokkaampia kuin osaston 906 vastaavat prosessit.

Mistä osastojen 904 ja 906 väliset erot prosessien läpimenoajoissa ja virtaustehokkuudessa johtuvat? Kuviosta 8. voidaan havaita, että virtausajat (LT) eri työvaiheissa osastojen välillä (eristys-työvaihetta lukuun ottamatta) eivät poikkea toisistaan niin merkittävästi, että ne selittäisivät eroavaisuuksia läpimenoajoissa ja virtaustehokkuudessa. Osastojen välisiä eroja selittävätkin odotusajat työvaiheiden välillä (Taulukot 9 ja 10). Arvovirtakuvauksia muodostaessa tuli ilmi eroavaisuuksia prosessien työvaiheiden kulussa, sarjojen aloituspisteissä, sekä asiakkaille annetuissa palvelulupauksissa. Tuloksia tarkastellessa nähtiin osastojen välillä eroavaisuus myös siinä, miten eri tutkimuksiin tulleita näytteitä käsiteltiin sarjoissa. Osastolla 906 kaikki PCR-tutkimuksiin tulleet Easymag-eristettävät näytteet (=perinteiset arkipäivisin tehtävät) käsiteltiin yhdessä erässä, jolloin virtausyksiköiden määrä ja niiden epätasaisuus suhteessa toisiinsa kasvoivat. Lisäksi esimerkiksi näytteiden käsittelyvaiheiden välillä suoritettiin muita tehtäviä. Modig & Åhlström (2016, 54) toteavat, että kykymme hoitaa monia asioita samanaikaisesti on puutteellista ja aiheuttaa siten tehottomuutta. Monen virtausyksikön käsittely samanaikaisesti luo kielteisiä vaikutuksia prosessin sujuvuuteen.

Hukka-tekijöiden tarkastelu

Hukkatekijöitä tarkastelemalla pyritään löytämään vastaus siihen, miksi osaston 906 tutkimukset ovat virtaustehokkuudeltaan heikompia. Lisäksi hukcatekijöiden tarkastelun tarkoituksena on arvioida, mitä muita hukcatekijöitä tulisi ottaa huomioon nykyisissä

prosesseissa ja mitä hukcatekijöitä tulisi pyrkiä eliminoimaan, kun suunnitellaan Medisiina D:ssä tehtäviä PCR-prosesseja.

Lean-näkökulmasta prosessien virtaustehokkuutta heikentää kolme tekijää, *Muda*, *Mura* ja *Muri*. Hukcatekijöiden syy-seuraus-kuviot (Liitteet 7-9) ja niistä johdetut kuviot 10–15 on jaettu osastoittain, jotta kahden eri osaston väliset hukcatekijät erottuvat yhteisistä tekijöistä. *Muda* eli hukka oli tässä projektissa erityisen tarkastelun alla ja kuten tuloksista voidaan havaita, noin kolmasosa osastojen 904 ja 906 PCR-prosessien yhteisistä hukcatekijöistä aiheutuu odottamisesta. Odottaminen aiheuttaa aikaviivettä ja siten laskee virtaustehokkuutta. Odottamista esiintyy kaikissa pääluokissa (lkm): Menetelmät (4), Lähettävä yksikkö (5). Henkilökunta (3), Laitteet (1), Materiaalit (1). Lähettävistä yksiköistä aiheutuneita hukcatekijöitä prosessissa on 27 %, muut hukcatekijöistä johtuvat Tyks mikrobiologian laboratorion sisäisestä toiminnasta.

Metodeista ja menetelmistä aiheutuvat hukcatekijät ovat asioita, joita on mahdollista korjata toimintaa muokkaamalla ja muuttamalla. Nämä nähdäänkin kehittämistyön tuotoksen kannalta keskeisinä. Lähettävistä yksiköistä aiheutuvat hukcatekijät ovat taas edellisiä haastavampia korjata, sillä hukcatekijöiden eliminoimiseen vaaditaan myös muiden yksiköiden panosta ja toiminnan muuttamista. Osa hukcatekijöistä, kuten se, että näytteet on otettu väärin putkiin, saattaisivat korjaantua ohjeistusta tarkentamalla. Haastavimpia tämän alalajin hukcatekijöistä ovat virheet, kuten puuttuvat pyynnöt ja lähetteet, jotka johtuvat todennäköisesti huolimattomuudesta tai kiireestä.

Ympäristöön ja tiloihin kohdistuvat hukcatekijät ovat asioita, joista useimmat korjaantuvat muutettaessa uusiin tiloihin. Tällaisia hukcatekijöitä ovat esimerkiksi etäällä olevat PCR-tilat ja liian vähäinen biosuojakaappien määrä. Muutto uusiin tiloihin mahdollistaa joidenkin hukcatekijöiden eliminoinnin, kuten välineiden sijoittelun työpisteiden läheisyyteen.

Laitteisiin liittyvät hukcatekijät liittyvät Easymag-ekstraktiolaitteen kapasiteettiin. Toimintojen yhdistymisen jälkeen molemmilta osastoilta siirtyvät laitteet sijoitetaan samaan tilaan, jolloin niiden käyttökapasiteetti on joustavampi. Materiaaleihin liittyvät hukcatekijät johtuvat lähinnä reagensseista, joita laimennetaan ja jaetaan itse, vaikka joihinkin olisi olemassa myös kaupalliset vaihtoehdot.

Henkilökuntaan yhdistettävät hukcatekijät liittyvät joko henkilöstön määrään tai joihinkin työtehtäviin liittyvään erikoisosaamiseen, joka on vain muutamilla henkilöillä, vaikka tarve olisi suurempi.

Kuvioista 12 ja 13 sekä syy-seurauskuvioista (Liite 8) voidaan tehdä tulkinta, että nykytilassa osaston 904 PCR-prosesseissa eniten hukkaa aiheutuu metodeista ja menetelmistä. Hukkalajeina tekijät jakaantuvat suhteellisen tasaisesti odottamiseen, materiaalin siirtämiseen, ylimääräiseen prosessointiin ja tarpeettomaan liikkeeseen. 30 % hukkatekijöistä liittyy näytteiden pakastamiseen, jonka seurauksena tehdään hukkana arvioituja työvaiheita.

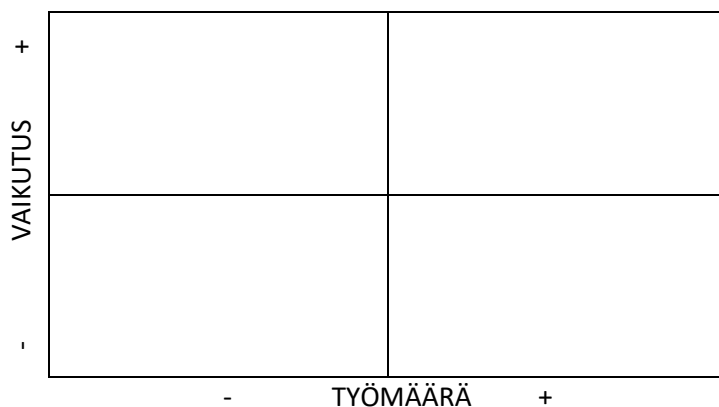
Kuten arvovirtakuvauksesta (Liite 4) ja parametreista johdetuista tuloksista (Taulukot 7, 9 ja 10) oli arvattavissa, odottaminen oli osaston 906 hukkatekijöistä vallitsevin. Kuvioista 14 sekä syy-seurauskuvioista liitteestä 9 voidaan havaita, että odottamista aiheutuu eniten metodeista ja menetelmistä.

Hukkatekijöiden merkityksen arviointi

Hukka-analyysissa arvioitiin paitsi hukkatekijöiden aiheuttajalähdettä ja aiheutunutta hukkalajia, myös niiden merkitystä suhteessa kokonaisvirtaustehokkuuteen. Pyrittiin löytämään ne tekijät, joilla on suurin merkitys PCR-prosessin virtaustehokkuuden laskuun ja mitkä hukkatekijät ovat helpoimmin eliminotavissa.

Kehittämiskohteina ja eliminoinnin kohteina ovat ensisijaisesti hukkatekijät, joihin on mahdollisuutta vaikuttaa prosessin sisällä ja joiden muuttaminen ja poistaminen tuovat vaikuttavuutta virtaustehokkuuden parantumiseen. Toisaalta on otettava huomioon muutosten aiheuttama työmäärä tutkimusten validointeina ja henkilöstön työnkuvan muutoksina.

Hukka-nelikentässä (Kuvio 16) hukkatekijät sijoitettiin sen mukaan, miten suuri vaikutus niiden eliminoinnilla arvioidaan olevan prosessin kokonaisvirtaukseen ja miten suurta työmäärää niiden eliminointi vaatii. Työmäärällä tarkoitetaan validoinnin tarvetta, henkilöstön työkuormaa ja toisaalta sitä, miten helposti hukkatekijän aiheuttajalähteeseen voidaan vaikuttaa (oman toiminnan muuttaminen vs. lähettävän yksikön toiminnan muuttaminen). Vaikutuksen merkitystä voidaan arvioida käyttäen apuna muodostettuja nykytilan arvovirtakuvauksia. Missä on eniten odotusviivettä tai pullonkauloja. Hukkatekijät, jotka sijoittuvat kentässä ylös ja vasemmalle, ovat tekijöitä, joiden eliminoinnista virtaustehokkuuden parantaminen kannattaa aloittaa.



Kuvio 16. Hukka-nelikenttä.

Ensisijaisiksi kehittämiskohteiksi valittavia hukcatekijöitä arvioitiin nelikentissä (Liitteet 10,11 ja 12). Nelikentän ulkopuolelle jätettiin hukcatekijät, joiden arvioitiin poistuvan uuteen rakennukseen siirryttäessä tai joiden koettiin olevan asioita, joiden läsnäolo on nykytilassa välttämätöntä. Näihin hukcatekijöihin voidaan palata myöhemmin ja arvioida niiden tarvetta.

Virtaustehokkuuden parantamisen kannalta keskeisiä hukcatekijöitä (sijoittuvat hukka-nelikentässä ylös ja vasemmalle), jotka tulisi eliminoida mahdollisimman nopeasti:

- Lähettävään yksikköön liittyvät hukcatekijät: esim. samassa näyteputkessa useampi tutkimuspyyntö
- Tulosten ulosvastaamisessa viivettä
- Näytteiden varastoiminen nykykäytännöllä
- Os.904: Akateeminen vastaa kaikki tulokset
- Os.906: Vain yksi henkilö työskentelee eristystyöpisteessä
- Os.906: Kaikki PCR-tutkimukset eristetään samassa sarjassa
- Os.906: Osa tuloksista vastataan päivällä, vaikka ovat valmiita jo aamulla
- Os.906: Näytteitä odotetaan klo 12:00 asti sarjaan

Muut hukcatekijät:

- Primer- probetilauksia tekee vain 1 henkilö/osasto
- Aamuposti pullonkaula
- Työlistojen tulostamisen vähentäminen
- Näytemäärien merkitseminen Easymag-eristyksessä
- Os.904: Näytteet otettu väärin (ResVirNhO)

- Os.904: cDNA-vaihe > one-step
- Os.904: Tulkinta-haasteet EnRiRSNhO:ssa (BOXER)
- Os.906: Näytelaaduille eri esikäsittelyt
- Os.906: Putkien autoklavointi
- Os.906: Iltapäivällä saapuneet näytteet kirjataan ATK:lle vasta seuraavana aamuna.

***Mura*- vaihtelu ja toiminnan standardointi**

Prosessien virtaustehokkuuteen laskevasti vaikuttavat hukcatekijöiden lisäksi vaihtelu. Vaihtelu eli *Mura* tekee haasteelliseksi prosessin suunnittelun siten, että se toimisi vaihtelevalla näytemäärällä kaikissa laboratoriotutkimuksissa ja kaikilla näytteenlaaduilla samalla tavalla. Kliinisen mikrobiologian PCR-laboratoriossa näytteiden päivittäiset määrät vaihtelevat esimerkiksi epidemioittain ja sarjoihin on mahdutettava kaikki määrättyyn aikapisteeseen saapuvat näytteet. Vaihtelua aiheuttavat etenkin epidemiakaudet sekä paikalliset epidemiat. Kuitenkin vaihtelun vähentäminen on ehto prosessin parantamiselle. Vaihtelun vähentäminen ja toiminnan standardointi on avain jatkuvaan parantamiseen, sillä jos on olemassa useita eri prosesseja samalle tutkimukselle, on mahdotonta tietää, mitä prosessia lähdetään parantamaan (Liker 2013, 142).

Tulokset suhteessa edellisiin tutkimuksiin

Kehittämiprojektin kannalta keskeisimmät tulokset liittyivät läpimenoaikojen, virtaustehokkuuksien ja odotusaikojen variaatioon sekä virtaustehokkuutta heikentäviin hukcatekijöihin. Tulosten tarkastelussa kehittämiskohteiksi nousivat läpimenoaikojen ja virtaustehokkuuden tasaaminen sekä keskeisten hukcatekijöiden eliminointi.

Projektin tulokset ja kehittämiskohteet ovat linjassa muiden vastaavien tutkimusten kanssa. Esimerkiksi Mitchell ym. (2014, 2691) paransivat Lean-metodeilla molekylaaristen laboratoriotutkimusten läpimenoaikoja 35 % – 68 %. Vastaavasti Jimmersson ym. (2005, 253) tavoittelivat tapaustutkimuksessaan patologian laboratorion läpimenoaikojen lyhentämistä Lean-metodeina arvovirtakuvaus ja juurisyyanalyysi. Lean-projektin ja korjaustoimenpiteiden jälkeen läpimenoajat lyhentyivät tavoiteltaviin aikoihin. Samankaltaisiin tuloksiin läpimenoaikojen parantamisen suhteen tai odotusaikojen pienentämiseen ovat päätyneet myös Zito & Stewart (2008), Melanson ym. (2009) sekä Joseph (2006a; 2006b).

7.2 Tutkimuksen eettisyyden tarkastelu

Tutkimuksen tekemiseen liittyy useita eettisiä kysymyksiä, jotka tutkimuksen tekijän on otettava huomioon. Eettisesti hyvä tutkimus edellyttää, että tutkija noudattaa tutkimusta tehdessään hyvää tieteellistä käytäntöä. Yleisesti hyväksytyt tutkimuseettiset periaatteet koskevat sekä tiedon hankintaa, että sen julkaisemista ja näiden periaatteiden tunteminen ja noudattaminen on jokaisen tutkijan vastuulla. (Hirsjärvi ym. 2015, 23.)

Tässä tutkimuksessa on noudatettu Hirsjärven ym. (2015, 24–25) kuvailemia hyviä tieteellisiä käytäntöjä sekä tiedeyhteisöjen tunnustamia toimintatapoja, joita ovat rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus tutkimustyössä, tulosten tallentamisessa, arvioinnissa sekä esittämisessä.

Tässä tutkimuksessa on käytetty eettisesti kestäviä ja tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Tähän tutkimukseen valitut aineistonkeruumenetelmät pohjautuvat tutkimuskirjallisuuteen ja siten pyrkivät antamaan mahdollisimman oikeaa tietoa tutkittavasta kohteesta. (Hirsjärvi ym. 2015, 24–25).

Hirsjärveä ym. (2015, 24–25) mukaillen tässä tutkimuksessa muiden tutkijoiden työt sekä saavutukset on asianmukaisesti tuotu esille kirjallisuusviittein ja lähdemerkinnöin. Tutkimuksen suunnittelu, toteutus ja raportointi on toteutettu asetettujen vaatimusten mukaisesti, noudattaen Turun ammattikorkeakoulun ohjeistusta. Tutkimuksen tulosten julkaisemisessa on huomioitu avoimuus eikä raportointi ole harhaanjohtavaa vaan tutkimuksen puutteet on tuotu esille 7.1 Tulosten tarkastelu- ja 7.3 Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelu- kappaleissa.

Hirsjärveä ym. (2015, 24–25) mukaillen tutkimuksessa kunnioitetaan ihmisten ihmismääräämisoikeutta antamalla henkilöiden itse päättää, haluavatko he osallistua tutkimukseen. PCR-diagnostiikan henkilöstölle on toimitettu Tutkimustiedote (Liite 13) ja tietoinen suostumus on katsottu saaduksi, kun henkilö on osallistunut VSM-työpajaan ja näytteiden havainnointiin.

Tälle kehittämisprojektille on tehty toimeksiantosopimus Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin kanssa ja projektin tutkimukselliseen osuuteen on myönnetty tutkimuslupa (T125/ 2017) Turku CRC:ltä.

7.3 Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelu

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida erilaisia mittareita käyttäen. Näitä mittareita ovat Hirsjärveä ym. (2015, 231) mukaillen reliaabelius ja validius. Lisäksi on tarpeen arvioida tutkimuksen aineistoa. Jotta aineistosta tehdyt tulkinnat olisivat luotettavia, tulisi kerätyn aineiston olla edustava (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Edustavuus

Tutkimuksen edustavuuden kannalta on keskeistä, että kerätty aineisto on sisällöllisesti ja määrällisesti oikean kokoinen. Aineisto on kattava silloin, kun aineiston määrä on riittävä suhteessa niihin tulkintoihin, joita aineiston perusteella tehdään. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Tässä tutkimuksessa perusjoukkoon kuuluivat 18 Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratoriossa arkipäivisin tehtävää perinteistä PCR-diagnostiikan tutkimusta. Perusjoukkoa edusti neljän laboratoriotutkimuksen otos. Arvovirtakuvaukset, niitä tarkentavat näytteiden havainnoinnit sekä niistä johdetut hukkatekijät perustuivat näistä neljästä laboratoriotutkimuksesta kerättyyn aineistoon. Aineiston edustavuuden oikeellisuutta olisi ollut mahdollisuus lisätä määrittelemällä arvovirtakuvaukset useammasta perusjoukkoon kuuluvasta laboratoriotutkimuksesta ja vertailemalla näitä jo tehtyihin. Tutkimuksen edustavuutta hukkalajittelun osalta lisäsi hukkahavainnointi, jossa havainnoitiin koko PCR-laboratorion toimintaa, eikä vain otokseen kuuluvia laboratoriotutkimuksia.

Reliaabelius

Perinteisesti kvantitatiivisiin tutkimuksiin liitetty reliaabelius tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta. Reliaabelius voidaan todeta usealla tavalla. Tulosta voidaan pitää toistettavana, jos kaksi eri tutkijaa päätyy samaan tulokseen, tai jos samaa asiaa tutkitaan useana eri kertana ja päädytään samanlaisiin tuloksiin. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa on olemassa erilaisia mittareita, joilla tutkimuksen reliaabeliutta voidaan tarkastella. (Hirsjärvi ym. 2015, 231.)

Arvovirtakuvausten muodostaminen sekä hukkahavainnointi edustivat tutkimuksen kvalitatiivista aineistonkeruuta. Näiden reliaabeliutta voisi lisätä toistamalla VSM-työpajat eri henkilöiden kanssa tai siten, että arvovirtakuvaus-analyysin ja hukkalajittelun toistaisi toinen henkilö. Arvovirtakuvauksen visuaalisuus ja sen parametrit eivät ole

standardoituja, jolloin sen muodostaminen on tapauskohtainen eikä siten kovinkaan reliaabeli. Hukkahavainnoinnissa suoritettiin jossain määrin toistoa, sillä hukkahavainnointi-vaiheessa nousivat esille samat epäkohdat kuin VSM-työpajoissa. Hukkalajittelun tulosta voi siis pitää jonkin verran reliaabelina.

Tutkimuksen kvantitatiivisessa osuudessa (näytteiden havaintolomakkeissa) reliaabeliutta pyrittiin lisäämään havainnoimalla samaan tutkimukseen tulleita näytteitä eri päivinä ja eri kellonaikana (klo 8:00 ja klo 13:00). Koska tutkimuksen n-luvut olivat varsin pieniä ja kerätyssä aineistossa esiintyi saman tutkimuksen sisällä jonkin verran vaihtelua, edustavat tulokset esimerkkejä nykytilan PCR-prosessien arvovirtakuvauksista. Tuotetut arvovirtakuvaukset eivät ole koko totuus, vaan onnistunut kuvaus siitä, minkälainen PCR-prosessi on ollut niinä kertoina, kun siitä on tehty havaintoja.

Validius

Tutkimuksen validius eli pätevyys tarkoittaa tutkimusmenetelmän kykyä mitata sitä, mitä sen oli tarkoituskin mitata. Menetelmät ja mittarit voivat joskus tuottaa virheellistä materiaalia tai tulos vastata eri tutkimusongelmaan mitä oli tarkoitettu. (Hirsjärvi 2015, 231.) Mittaria on osattava käyttää oikeaan kohteeseen, oikealla tavalla ja oikeaan aikaan. Tutkimuksen kokonaisvaliditeetin kannalta on tärkeää, että yksittäisen mittarin validiteetti on hyvä. (KvantiMOTV 2007.)

Arvovirtakuvauksia muodostaessa oli suuri riski tehdä virheellisiä tulkintoja aineistosta. Kerättyä aineistoa oli osattava tulkita oikein ja siten, että siitä johdetut tulokset antaisivat vastauksia asetettuihin tutkimusongelmiin. Näytteiden havainnointiaineiston analyysin validiutta heikensi analyysin tekijän kokemattomuus. Näytteiden havainnointivaiheessa validiutta pyrittiin lisäämään operationalisoimalla mahdollisimman tarkasti ne työvaiheet, joiden kestoa oli tarkoitus mitata. Jotta mittari (=havainnointilomake) olisi ollut validi, käytiin sen täyttöohjeistus läpi kaikkien tutkimuksen aineistonkeruuseen osallistuvien henkilöiden kanssa. On kuitenkin otettava huomioon, että opastuksesta huolimatta eri henkilöt saattoivat mitata vaiheiden kestoa eri tavoilla. Havainnointilomakkeen käyttö oli myös haasteellista poikkeustilanteissa sekä työvaiheissa, joissa ilmeni paljon vaihtelua.

Havainnointi

Havainnointiin liittyy aineistonkeruumenetelmänä virhelähteitä. Havainnointi on aina valikoivaa ja valikointia saatetaan tehdä niin myönteisessä kuin kielteisessä mielessä.

Tutkimuksessa tulisi pyrkiä tietoiseen valikointiin, jolloin tutkimuksessa havainnoidaan tutkimusongelman kannalta olennaisia asioita. Arkihavainnointiamme ohjaavat oma tarvetilamme, mielenkiintomme ja kokemuksemme ja siksi se sisältää havainnointi- ja tulkintavirheitä. Tutkimuksessa havaintojen tekeminen tulee olla suunnitelmallista, järjestelmällistä, johdonmukaista, luokiteltua ja eriteltyä. Tutkimushavaintojen tekemisen tulee olla rajattua sekä tietoisesti valikoitunutta. (Vilkkä 2007, 11–13.)

Tutkimuksen kvalitatiivisessa osuudessa, hukka-tunnistuslomakkeen täyttöä varten tehdyssä havainnoinnissa pyrittiin tietoiseen valikointiin teemoittelemalla havainnoinnin kohteet valmiiksi, jolloin tutkimuksessa tehtäisiin havaintoja olennaisista asioista. Tutkimuksen luotettavuuteen vaikutti kuitenkin havainnoinnin objektiivisuus; tulisi tarkastella kykenikö havaitsija observeimaan tilannetta ulkopuolisen silmin, kun tilanne ja toiminta sen sisällä olivat tuttuja. Toisaalta tutkimuksen luotettavuutta lisää, että havaitsijalla on substanssiosaamista. Asiantuntemus aiheeseen oli välttämätöntä, jotta tilanteessa kykeni tulkitsemaan, mikä työvaiheissa oli hukkaa. Tulisi myös pohtia, ohjasivatko VSM-työpajassa esille tulleet hukkahavainnot ja huomiot kiinnittämään huomion uudelleen näihin tekijöihin.

Aineiston analyysin luotettavuus

Aineiston analysoinnissa jouduttiin tekemään useita valintoja, joilla oli vaikutusta aineistosta johdettuihin tuloksiin ja siten tulosten luotettavuuteen. Arvovirta-analyysin parametreja ei ole vakioitu, vaan ne johdetaan vastaamaan tapauskohtaisesti arvovirtakuvauksen tarkoitusta. Tässä projektissa arvovirtakuvauksen parametreista jätettiin laskematta joitain keskeisiä Lean-parametreja, kuten CT (Cycle time) = jaksoaika sekä T (Takt time) = tahtiaika.

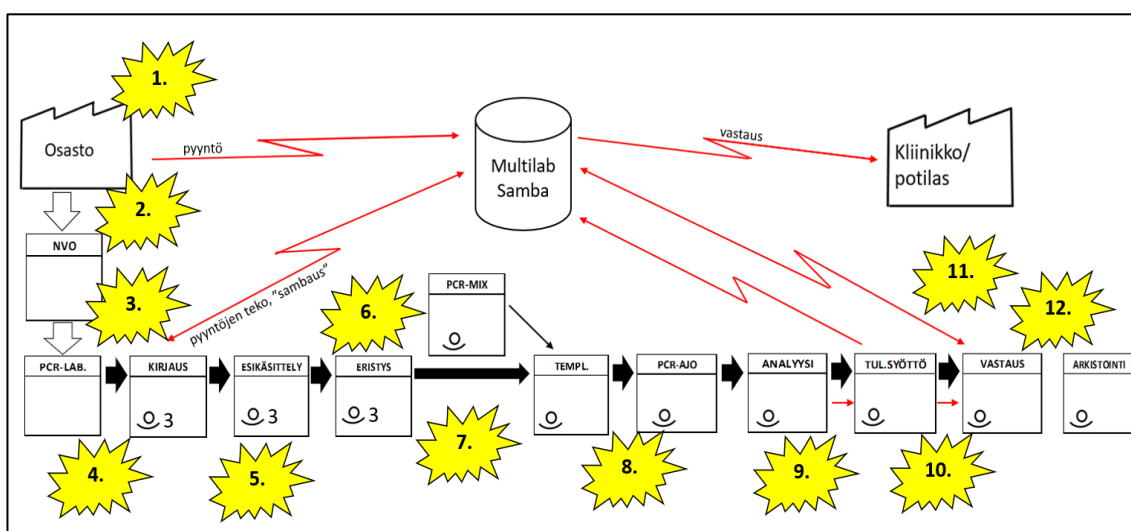
Jaksoaika CT kuvastaa yksittäisen näytteen nopeutta prosessissa. Tässä projektissa havainnoitiin kuitenkin kokonaisia näytesarjoja, joten analysoinnissa päädyttiin laskemaan jaksoajan sijasta virtausaika LT. Jaksoaika olisi kuitenkin kuvastunut hyvin yksittäiseen näytteeseen kulunutta prosessointiaikaa ja tuonut esille eroavaisuuksia yksittäisten näytteiden käsittelyn nopeudessa. Projektissa jätettiin huomiotta myös tahtiaika T. Tahtiaika kuvastaa asiakkaan tarvetta, eli kuinka monta näytettä laboratorion tulisi esimerkiksi vuorokaudessa analysoida, jotta asiakastarpeeseen voitaisiin vastata. Joihinkin laboratorioihin, joissa näytteiden määrä on suunnilleen vakio ja näytteet säilyvät analyysikelpoisina seuraaviin päiviin, on ideaalista laskea tahtiaika, josta voidaan johtaa prosessin vaadittu suorituskyky. Kliinisen mikrobiologian PCR-

laboratoriossa näytteiden päivittäiset määrät vaihtelevat esimerkiksi epidemiakausittain ja sarjoihin on mahdutettava kaikki määrättyyn aikapisteeseen saapuvat näytteet. Vaihtelu (*Mura*) tekeekin haasteelliseksi prosessin suunnittelun siten, että se toimisi vaihtelevalla näytemäärällä.

8 KEHITTÄMISPROJEKTIN PÄÄTUOTOS JA IMPLEMENTOINTISUUNNITELMA

8.1 Kehittämiprojektin päätuotos

Kehittämiprojektin päätuotoksena muodostettiin arvovirtakuvaus Medisiina D:ssä tehtävästä yhtenäisestä ja virtaustehokkaasta tulevaisuuden laboratorioprosessista arkipäivisin analysoitaviin perinteisiin PCR-tutkimuksiin (Kuva 4 ja Liite 14).



Kuva 4. Päätuotos: tulevaisuuden arvovirtakuvaus.

Tulevaisuuden arvovirtakuvauksessa on poistettu toistuvaa tiedonsiirtoa sekä yhdistetty osastojen henkilöstöä prosessin alkuvaiheeseen. Päätuotoksessa näkyvät keltaisin tähtisymbolein korjaustoimenpiteet, joita nykytilan PCR-prosesseihin tulisi kohdistaa, jotta päätuotoksen laskennalliset tavoitteet olisi mahdollista saavuttaa (ks. tavoitteet kappale 8.1.1). Nämä korjaavat toimenpiteet/kehittämisehdotukset ovat:

1. Näytteenotto-ohjeistusten tarkentaminen.
2. Kiirenäytteet osastoilta putkipostilla suoraan PCR-laboratorioon.
3. Näytteiden jatkuva kirjaaminen ja nukleinihappo-eristys (ei odoteta aikapisteitä).
4. Näytteiden esikäsittely neljässä biosuojakaapissa. Haastavat näytteet esikäsitellään erikseen.
5. Henkilöstön työskentely useassa työvaiheessa tutkimuksittain (ei työvaiheittain).
6. ATK-työlistojen tulostus vain tarvittaessa.

7. Odotusaika 0-pyrkimys näytteiden saapumisesta PCR-ajon käynnistämiseen.
8. PCR-ajot respiratorisissa tutkimuksissa myös yön yli (vastaukset aamulla).
9. Analyysi-raporttien suora tulostaminen (ei siirretä USB-muistitikuille).
10. Laboratorio-henkilöstön vastaamisoikeuksien lisääminen niissä tutkimuksissa, joissa se on mahdollista.
11. Vastaaminen ilman viivettä. Luodaan toimintamalli, jolla varmistetaan, että tulokset vastataan heti niiden valmistuttua.
12. Näytteiden lyhytaikainen varastointi. Arvioidaan kriittisesti ja yhtenäistetään näytteiden säilytyskäytäntöjä.

Päätuotos muodostettiin kehittämisprojektin aikana kerätyn aineiston ja tulosten perusteella. Yhtenäisen laboratorioprosessin muodostamisessa hyödynnettiin nykytilassa virtaustehokkainta PCR-prosessia (ResVirNhO 8:00 virtaustehokkuus PT% : 80–86%) sekä nykytilan laskennallisia parametreja, kuten prosessointiaikoja (PT). Tulevaisuuden arvovirtakuvauksessa pyritään eliminoimaan niitä hukcatekijöitä jotka nykytilassa laskevat virtaustehokkuutta.

8.1.1 Tulevaisuuden arvovirtakuvauksella tavoiteltavat hyödyt

Nykytilan arvovirtakuvauksista ja niistä johdetuista laskennallisista parametreista johdettiin seuraavat tulevaisuuden arvovirtakuvauksen tavoitteet (Taulukko 11). Vertailemalla tavoitteita nykytilaan on mahdollista laskea tavoiteltavat muutokset suhteessa nykytilaan eri tutkimuksissa (Taulukot 12 ja 13).

Taulukko 11. Tulevaisuuden arvovirtakuvauksen tavoitteet.

TAVOITTEET		
Prosessointiajat: PT ^{TOTAL} : 270 (4h 30min) PT ^{TOTAL} (sis. cDNA): 330 (5h 30min)		
Klo 8:00 saapuvat arkipäivisin tehtävät tutkimukset: <u>IR-TAT-läpimenoaika:</u> 330min (5h30min) <u>Virtaustehokkuus:</u> PT% ≥ 80%	Klo 13:00 saapuvat heti analysoidtavat tutkimukset: <u>IR-TAT-läpimenoaika:</u> 1140min (19h) <u>Virtaustehokkuus:</u> PT% ≥ 24%	Klo 13:00 saapuvat ei-kiireelliset Tutkimukset: <u>IR-TAT-läpimenoaika:</u> 1470min (24h30min) <u>Virtaustehokkuus:</u> PT% ≥ 18%

IR-TAT-läpimenoajat tulevaisuuden arvovirtakuvauksessa:

Klo 8:00 saapuvat arkipäivisin tehtävät: 330min (5 h 30min)

Klo 13:00 saapuvat heti analysoitavat tutkimukset, kuten ResVirNhO ja ResBaktNhO: 1140min (19h)

Klo 13:00 saapuvat ei-kiireelliset (esim. PncaNhO ja EnRiRSNhO): 1470min (24 h 30 min)

Virtaustehokkuus:

PT % Klo 8:00 saapuvat arkipäivisin tehtävät: 80 % tai yli

PT % Klo 13:00 saapuvat heti analysoitavat tutkimukset: 24 % tai yli

PT % Klo 13:00 saapuvat ei-kiireelliset: 18 % tai yli

Muutos suhteessa nykytilaan ResBaktNhO- ja PncaNhO-tutkimuksissa

Alla olevassa taulukossa on esitetty, miten tulevaisuuden arvovirtakuvauksen tavoitteiden (Taulukko 11) saavuttaminen vaikuttaisi tutkimusten IR-TAT-läpimenoaikoihin ja virtaustehokkuuksiin, jos niitä vertaillaan tämän hetkiseen tilanteeseen.

Taulukko 12. Muutos suhteessa nykytilaan 906: ResBaktNhO ja PncaNhO.

Muutos suhteessa nykytilaan			
ResBaktNhO		PncaNhO	
Klo 8:00 saapuvat IR-TAT-läpimenoaika laskee 18h36min = 77% Virtaustehokkuus PT% nousee 55%	Klo 13:00 saapuvat IR-TAT-läpimenoaika laskee 24h33min = 56% Virtaustehokkuus PT% nousee 10%	Klo 8:00 saapuvat IR-TAT-läpimenoaika laskee 21h59min = 80% Virtaustehokkuus PT% nousee 58%	Klo 13:00 saapuvat IR-TAT-läpimenoaika laskee 22h22min = 48% Virtaustehokkuus PT% nousee 5%

ResBaktNhO-tutkimuksen IR-TAT-läpimenoaika on tällä hetkellä klo 8:00 saapuneilla näytteille 24 h 6 min. Medisiina D:ssä tavoite on 5 h 30 min. Läpimenoaika lyhenisi 18 h 36 min eli 77 %. 8:00 saapuneen ResBaktNhO-laboratorioprosessin virtaustehokkuuden nousu tulisi olemaan 55 prosenttiyksikköä (25 % >> 80 %). Iltapäivällä klo 13:00 saapuvan ResBaktNhO-näytteen IR-TAT-läpimenoaika on tällä hetkellä 43 h 33 min. Medisiina D:ssä tavoite on 19h. Läpimenoaika lyhenisi 24 h 33 min eli 56 %. 13:00

saapuneen ResBaktNhO-näytesarjan virtaustehokkuus nousisi 10 prosenttiyksikköä (14 % >>24 %).

Klo 8:00 saapuvien PncaNhO-näytteiden IR-TAT-läpimenoaika on nykytilassa 27 h 29 min. Medisiina D:ssä tavoite on 5 h 30 min. Läpimenoaika lyhenisi 21 h 59 min eli 80 %. Aamulla saapuneen PncaNhO-tutkimusprosessin virtaustehokkuuden nousu tulisi olemaan 58 prosenttiyksikköä (22 % >> 80 %). Iltapäivällä klo 13:00 saapuvan PncaNhO-näytteen IR-TAT-läpimenoaika on tällä hetkellä 46 h 52 min. Medisiina D:ssä tavoite on 24 h 30 min. Läpimenoaika lyhenisi 22 h 22 min eli 48 %. 13:00 saapuneen PncaNhO-näytesarjan virtaustehokkuus nousisi 5 prosenttiyksikköä (13 % >>18 %).

Keskimäärin aamulla saapuneiden näytteiden läpimenoaika lyhenisi nykytilaan verrattuna 79 % ja prosessien virtaustehokkuus parantuisi 57 %. Iltapäivällä saapuneiden ResBaktNhO-näytteiden läpimenoaika lyhenisi 56 % ja prosessien virtaustehokkuus parantuisi 10 %. Iltapäivällä saapuneiden PncaNhO-näytteiden läpimenoaika lyhenisi 48 % ja prosessien virtaustehokkuus parantuisi 5 %.

Muutos suhteessa nykytilaan ResVirNhO- ja EnRiRSNhO-tutkimuksissa

Osaston 904 saavutettavissa olevat muutokset suhteessa nykytilaan ovat huomattavasti maltillisemmat, kuten taulukossa 13 on esitetty.

Taulukko 13. Muutos suhteessa nykytilaan 904: ResVirNhO ja EnRiRSNhO.

Muutos suhteessa nykytilaan			
ResVirNhO		EnRiRSNhO	
Klo 8:00 saapuvat IR-TAT-läpimenoaika: laskee 9min = 3% Virtaus-tehokkuus PT% nousu 0%	Klo 13:00 saapuvat IR-TAT-läpimenoaika: laskee 4h46min = 20% Virtaus-tehokkuus PT% nousee 6%	Klo 8:00 saapuvat IR-TAT-läpimenoaika: laskee 39min = 11% Virtaus-tehokkuus PT% nousu 0%	Klo 13:00 saapuvat IR-TAT-läpimenoaika: laskee 1h40min = 6% Virtaus-tehokkuus PT% nousee 1%

ResVirNhO-tutkimuksen IR-TAT-läpimenoaika on nykytilassa klo 8:00 saapuneilla näytteille 5 h 39 min. Medisiina D:ssä tavoite on 5 h 30 min. Läpimenoaika lyhenisi 9 min eli 3 %. 8:00 saapuneen ResVirNhO-laboratorioprosessin virtaustehokkuuden nousu tulisi olemaan 0 prosenttiyksikköä (80–86% >> 80 %). Iltapäivällä klo 13:00 saapuvan ResVirNhO-näytteen IR-TAT-läpimenoaika on tällä hetkellä 23 h 46 min. Medisiina D:ssä

tavoite on 19 h. Läpimenoaika lyhenisi 4 h 46 min eli 20 %. 13:00 saapuneen ResVirNhO-prosessin virtaustehokkuus nousisi 6 prosenttiyksikköä (18 % >>24 %).

Klo 8:00 saapuneille EnRiRSNhO-näytteiden IR-TAT-läpimenoaika on nykytilassa 6 h 9 min. Medisiina D:ssä tavoite on 5 h 30 min. Läpimenoaika lyhenisi 39 min eli 11 %. Aamulla saapuneen PncaNhO-tutkimusprosessin virtaustehokkuuden nousu tulisi olemaan 0 prosenttiyksikköä (86 % >> 80 %). Iltapäivällä klo 13:00 saapuvan EnRiRSNhO-näytteen IR-TAT-läpimenoaika on tällä hetkellä 26 h 10 min. Medisiina D:ssä tavoite on 24 h 30 min. Läpimenoaika lyhenisi 1 h 40 min eli 6 %. 13:00 saapuneen EnRiRSNhO -tutkimusprosessin virtaustehokkuus nousisi 1 prosenttiyksikköä (23 % >>24 %).

Keskimäärin aamulla saapuneiden näytteiden läpimenoaika lyhenisi nykytilaan verrattuna 7 %. Prosessien virtaustehokkuuden ei nähdä parantuvan, sillä se on nykyisellään vaaditun 80 % tai sen yli. Iltapäivällä saapuneiden ResVirNhO-näytteiden läpimenoaika lyhenisi 20 % ja prosessien virtaustehokkuus parantuisi 6 %. Iltapäivällä saapuneiden EnRiRSNhO-näytteiden läpimenoaika lyhenisi 6 % ja prosessien virtaustehokkuus parantuisi 1 %.

8.2 Implementointisuunnitelma korjaustoimenpiteistä

Heikkilä ym. (2008, 132) korostavat, että kehittämisprojektien tavoitteena on hankkeessa johdettujen tuotoksien käyttöönotto hankeorganisaatiossa. Implementointisuunnitelma niistä korjaustoimenpiteistä ja kehittämis ehdotuksista joita toiminnassa tulee suorittaa ennen yhteiseen ja virtaustehokkaaseen prosessiin siirtymistä, on esitetty liitteessä 15.

Implementointisuunnitelma on jaettu viiteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa (Taulukko 14) henkilöstö perehdytään ja valmistetaan muutokseen esittelemällä kehittämisprojektin keskeisimmät tulokset sekä tuotos, eli visio Medisiina D:ssä tehtävästä yhtenäisestä ja virtaustehokkaasta arvovirtakuvauksesta. Vaiheessa sovitaan lisäksi yhteisistä toimintatavoista ja parhaiden käytäntöjen käyttöönotosta (liittyen esim. biosuojakaappien ja työvälineiden puhdistamiseen). Henkilöstölle esitellään Lean 5S-metodi (Selvitä-Sijoita- Siisti- Standardisoi- Säilytä), jolla on mahdollista sujuvoittaa työpisteitä ja lisätä laatua ja työturvallisuutta. Samassa yhteydessä käydään läpi implementointisuunnitelma ja sovitaan sen suorittamisaikataulusta, selvitys-/ projektiryhmistä sekä vastuuhenkilöistä.

Taulukko 14. Implementointisuunnitelma, ensimmäinen vaihe.

VAIHE		Yhtenäisen prosessin käyttöönottoon liittyvä aihealue	Tarkennus
Henkilöstön perehdytys	1.	Henkilöstön perehdyttäminen teoriallasolla yhtenäisiin prosesseihin	Implementointisuunnitelman, hukka-syy-seurauskuvioiden sekä nykytilan ja tulevaisuuden arvovirtakuvauksien läpikäynti henkilöstön kanssa.
	1.	Toimintatapojen yhtenäistäminen	Nykyisten osastojen eriävien toimintatapojen esittely taulukkomuodossa ja yhteisistä toimintavoista sopiminen. Toimintatavoilla tarkoitetaan erilaisia käytännön toimia, kuten esimerkiksi biosuojakaappien puhdistusta, UV-sädetystä ja työvälineiden puhdistusta.
	1.	5s-metodiin tutustuminen	5S-työkalun (Selvitä- Sijoita- Siisti – Standardisoi -Säilytä) käyttöönotolla helpotetaan työvaiheiden suorittamista, vältetään laatuvirheitä ja parannetaan työturvallisuutta. Esitetään sovellus puhtaslaboratorion reagenssisäilytykseen.

Toisessa vaiheessa (Taulukko 15) keskitytään niihin korjaaviin toimenpiteisiin, joiden käyttöönotto olisi ensisijaisen tärkeää uuteen prosessiin siirtyessä. Vaiheessa on paljon selvitettäviä asioita (kuten minkä kokoisia eristys-sarjoja kannattaa tehdä, jotta toiminta olisi virtaustehokkainta ja silti kustannustehokasta), joiden selvityksessä on kannattavaa hyödyntää PDCA-sykliä (ks. Taulukko 1).

Taulukko 15. Implementointisuunnitelma, toinen vaihe.

VAIHE		Yhtenäisen prosessin käyttöönottoon liittyvä aihealue	Tarkennus
Tarvittavat toimenpiteet	2.	Näytteiden jatkuva kirjaaminen ja Nh-eristys. Odotusaika=0 pyrkimys näytteiden saapumisesta PCR-ajon käynnistämiseen.	Näytteet kirjataan ATK-järjestelmään mahdollisimman nopeasti niiden saavuttua laboratorioon, jotta niiden kulkua voisi seurata sähköisesti. Selvitettävä, minkä kokoisia eristys-sarjoja kannattaa tehdä, jotta toiminta olisi virtaustehokasta ja kustannustehokasta? > Ohjeistuksen laatiminen
	2.	Näytteiden esikäsittely neljässä biosuojakaapissa	Selvitettävä: Mitkä näytteet kannattaa ja voidaan esikäsitellä samassa biosuojakaapissa? Mitkä näytteistä/tutkimuksista kannattaa esikäsitellä ja eristää ensimmäisinä? Mitkä näytteistä olisi kannattavaa käsitellä poistoonkytetyssä biosuojakaapissa? > Ohjeistuksen laatiminen
	2.	Henkilöt työskentelevät useassa työvaiheessa	Sovittava: Mihin aikaan henkilöt toimivat missäkin ATK-työpisteillä, biosuojakaapeissa, eristyslaitteella, puhtaslaboratorioissa, templaatinisäystilassa, laitehuoneessa yms. > Suunnitelman laatiminen henkilöiden työpistesijoittelusta
	2.	Näytteiden lyhytaikainen varastointi	Selvitetään näytteiden säilytystarve tutkimuksittain sekä Medisiina D:n varastointitila. > Ohjeistuksen laatiminen

Kolmannessa vaiheessa (Taulukko 16) suoritetaan jäljelle jääneet toimenpiteet toiminnan sujuvoittamista ja parantamista varten. Toimet liittyvät osaston omiin

metodeihin sekä lähetettäviin yksiköihin (kuten miltä osastoilta olisi tarve lähettää näytteet suoraan PCR-laboratorioon).

Taulukko 16. Implementointisuunnitelma, kolmas vaihe.

VAIHE		Yhtenäisen prosessin käyttöönottoon liittyvä aihealue	Tarkennus
Tarvittavat toimenpiteet	3.	Näytteenotto-ohjeistusten tarkentaminen	Selvitettävä: Nykyiset näytteenotto-, ja näytteenlähetysohjeet. Kohteet: ohjekirja, näytteenottotarrat, laboratorioiden sisäinen ohjeistus. Mihin PCR-tutkimuksiin voidaan lähettää tutkimuksia samassa putkessa? > Ohjeistuksen yhtenäistäminen ja saattaminen lähetettävien yksiköiden käyttöön
	3.	Kiireenäytteet osastoilta putkipostilla PCR-laboratorioon.	Selvitettävä: Miltä osastoilta olisi tarve lähettää näytteet suoraan PCR-laboratorioon? Mitä käytännön toimia se vaatisi? > Mahdollisen ohjeistuksen laatiminen
	3.	ATK-työlistojen tulostus vain tarvittaessa.	Selvitettävä missä tutkimuksissa on tärkeää ottaa Samban työlista? Missä riittää analyysiraportti ja missä tapauksissa Samban muistilappu korvaisi työlistan? > Ohjeistuksen laatiminen
	3.	PCR-ajot respi-tutkimuksissa myös o/n	Tutkimuksissa, joiden tulokset halutaan kiireellisenä, olisi virtaustehokkuuden kannalta hyvä tehdä ajo myös iltapäivällä. Lisäksi aamulla tehtävän sarjan näyttemäärä olisi pienempi ja nopeampi prosessoida.
	3.	Analyysi-raporttien suora tulostaminen (ei USB)	Ainoastaan analyysiraporttien tulostus suoraan. Arkistointisäädökset eivät vaadi sähköistä tallennusmuotoa.
	3.	Toimintamallin luominen: vastaaminen ilman viivettä.	Laaditaan selkeä ohjeistus ja toimintakäytännöt, jotta tulokset vastataan varsinaisena asiakkaalle mahdollisimman nopeasti niiden valmistumisesta.
	3.	Laboratorio-henkilöstön vastaamisoikeuksien lisääminen.	Perehdytetään laboratoriohenkilöstö arvioimaan, kommentoimaan ja vastaamaan niitä tutkimuksia, joista analyysiohjelma tekee tuloksin. Näin vähennetään liikehukkaa ja nopeutetaan prosessia. > Selvitys ko. Tutkimuksista ja perehdytys-suunnitelma.

Neljännessä vaiheessa on tarkoitus siirtyä kokonaan uuteen prosessiin. Tässä vaiheessa kaikki edellä mainitut korjaustoimenpiteet on suoritettu tai niitä on muokattu vastaamaan sen hetkistä tarvetta. Viimeisessä vaiheessa (vaihe 5) suoritetaan uuden prosessin vaikutuksen mittaaminen noin puoli sen käyttöönoton jälkeen. Vaikutusta mitataan suorittamalla näytteiden uudelleenhavainnointi, joista johdetaan IR-TAT-läpimenoajat ja virtaustehokkuudet. Tuloksia verrataan asetettuihin tavoitteisiin sekä alkutilanteeseen.

9 KEHITTÄMISPROJEKTIN ARVIOINTI

Lean-filosofia, arvovirta-analyysi ja hukka-havainnointi ovat maailmalla ja Suomessa laajasti käytettyjä prosessien kehittämisen metodeja ja työkaluja niin terveydenhuollossa kuin kliinisessä laboratoriotoinnassakin. Vaikka Lean-metodeja on Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä käytetty jo jonkin aikaa, oli tämä työyhteisömme ensimmäinen kerta, kun Leania hyödynnettiin prosessien parantamiseen tässä laajuudessa. Arvovirtakuvausten muodostaminen ja hukcatekijöiden etsiminen prosesseista tuotti tuloksia, joiden avulla on mahdollista ymmärtää prosessin nykytila kokonaisuudessaan ja tunnistaa, missä prosessin vaiheessa parannusta on kannattavaa tehdä, jotta kokonaisuus olisi tulevaisuudessa toimivampi (Jimmerson ym. 2005, 251).

Tämän kehittämisprojektin tavoitteena oli kehittää yhtenäinen ja virtaustehokas laborioproessi perinteisin menetelmin tehtäviin Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion molekylaarisen diagnostiikan PCR-tutkimuksiin. Tavoitteena oli paitsi yhdistää osastojen prosesseja, myös parantaa tutkimusten virtaustehokkuutta Lean-filosofiaa hyödyntäen, jolloin laboratoriotutkimusten vastaukset saavuttaisivat potilaan nopeammin kuin nykytilassa. Kehittämisprojektin tuotoksena luotiin visio yhtenäisestä ja virtaustehokkaasta laborioprosesta. Tulevaisuuden arvovirtakuvauksessa tutkimusten läpimenoajat ovat pienentyneet parhaimmillaan 80 % ja joidenkin tutkimusprosessien virtaustehokkuus on noussut jopa 56 %.

Kehittämisprojektin tarkoituksena oli Lean-filosofian mukaisesti kuvata ja arvioida Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratorion nykyisiä PCR-prosesseja, etsiä niissä olevia hukcatekijöitä ja luoda lopuksi tulevaisuuden visio Medisiina D-uudisrakennuksessa tehtävästä PCR-prosesta. Kehittämisprojektin aikana prosesseista paljastui 45 hukcatekijää, jotka hidastavat virtausta. Hukcatekijöiden löydyttyä on mahdollista luoda suunnitelma niiden eliminoimiseksi.

Lean-kehittämistyössä ja prosessien parantamisessa on usein kyse jo olemassa olevan prosessin virtaustehokkuuden lisäämisestä. Arvovirtakuvausta voidaan käyttää myös ponnahduslautana tulevaisuuteen, jolloin tulevaisuuden arvovirta antaa ääriiviä ja visualisoi muutostavoitteen (Jimmerson ym. 2005, 251). Tämän kehittämisprojektin päätuotos luo vision siitä, miten kahden osaston PCR-diagnostiikan prosessit yhdistetään Medisiina D:ssä yhtenäiseksi, virtaustehokkaaksi laborioproseksi.

Kehittämiprojektin osalta hankeorganisaatiossa on siirrytty lähemmäs Lean-johtamismallin periaatteita (ks. 4.2 Lean-johtamisjärjestelmä). Kehittämiprojektissa tärkeimpiä ohjaavia Lean-arvoja olivat pyrkimys prosessien tehokkaaseen virtaukseen, oppiminen sekä päätösten tekeminen tosiasioiden pohjalta.

Tämä kehittämisprojekti osoittaa, että Lean-filosofiaa hyödyntäen on mahdollista paitsi parantaa mikrobiologisten PCR-laboratorioprosessien virtaustehokkuutta, niin myös yhdistää eri osastojen toimintoja. Kehittämiprojektin tuotoksella mahdollistetaan Medisiina D:ssä tehtävän perinteisen PCR-diagnostiikan virtaustehokkuuden parantaminen ja tutkimustulosten nopeampi valmistuminen. Virtaustehokkaamman PCR-prosessin käyttöönoton jälkeen potilasasiakkaille tuotetaan Lean-näkökulmasta lisäarvoa aikaisemmin valmistuvina laboratoriotuloksina jotka mahdollistavat nopeamman hoitopäätöksen. Hukkatekijöitä eliminoimalla on mahdollista lisätä työn sujuvuutta ja kohdistaa resurssit oikeisiin asioihin, jolloin projektin tuotoksesta hyötyvät myös henkilökunta ja työnantaja.

Kehittämiprojektin todellisia saavutuksia ja asetettujen tavoitteiden toteutumista on mahdollista arvioida vasta implementointisuunnitelmassa esitettyjen korjaustoimenpiteiden suorittamisen jälkeen.

10 KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Tämän kehittämisprojektin kehittämis ehdotukset liittyvät Lean-filosofian hyödyntämiseen Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratoriossa.

Medisiina D-uudisrakennukseen siirtyessä Tyks Kliinisen mikrobiologian laboratoriossa yhdistyvät PCR-diagnostiikan lisäksi muitakin toimintoja ja samankaltaisia prosesseja. Tämän kehittämisprojektin vaiheistusta voisi hyödyntää myös muiden laboratorioprosessien yhteensovittamisessa. Arvovirtakuvaus ja laskennallisten parametrien vertailu tuovat esille prosessien eroavaisuudet ja ohjaavat päätöksentekoa virtaustehokkaamman prosessin suuntaan.

Toinen kehittämis ehdotus liittyy hukcatekijöiden jatkotyöstämiseen. Kehittämisprojektin aikana tuli esille lukuisia hukcatekijöitä, jotka laskivat PCR-prosessien virtaustehokkuutta. Laadittuun kehittämisprojektin tuotokseen ja implementointisuunnitelmaan otettiin huomioon vain keskeisimpien ja eniten virtausta haittaavien hukcatekijöiden eliminointi. Tuotoksen implementoinnin jälkeen hukcatekijöiden syy-seuraus-kaavioita tulisi tarkastella uudelleen ja päättää seuraavista hukcatekijöistä, jotka tulisi eliminoida prosessista.

Prosesseissa tuotettava arvo tulisi perustua asiakastarpeeseen. Jatkossa prosesseja suunnitellessa olisi hyvä ottaa myös asiakkaan ääni kuuluville. Tulisi selvittää, mitkä ovat niitä tutkimuksia ja osastoja, joiden näytteiden virtaustehokkuuteen ja läpimenoaikoihin tulisi kiinnittää erityishuomiota.

Lean-implementoinnin onnistumisen tueksi organisaatiossa tulisi lisätä henkilöstön Lean-koulutusta sekä tapoja, joilla Lean-kulttuuria ja -periaatteita tuodaan päivittäiseen työhön.

LÄHTEET

Al-Balushi, S.; Sohal, A.S.; Singh, P.J.; Al Hajri, A.; Al Farsi, Y.M & Al Abri, R. 2014. Readiness factors for lean implementation in healthcare settings – a literature review. *Journal of Health Organization and Management*. Vol. 28, No 2, 135 – 153.

Albliwi, S.; Antony, J.; Sarina, A.H.L. & van der Wiele, T. 2014. Critical failure factors of Lean Six Sigma: a systematic literature review. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 31, No 9, 1012-1030.

Baron, E.J.; Miller, J.M.; Weinstein, M.P.; Richter, S.S.; Gilligan, P.H.; Thomson Jr., R.B.; Bourbeau, P.; Carroll, K.C.; Kehl, S.C.; Dunne, W.M.; Robinson-Dunn, B.; Schwartzman, J.D.; Chapin, K.C.; Snyder, J.W.; Forbes, B.A.; Patel, R.; Rosenblatt, J.E. & Pritt, B.S. 2013. A Guide to Utilization of the Microbiology Laboratory for Diagnosis of Infectious Diseases: 2013 Recommendations by the Infectious Diseases Society of America (IDSA) and the American Society for Microbiology (ASM). *Clinical Infectious Diseases*. Vol. 57, No 4, 22–121.

Blecker-Shelly, D. & Mortenson, J.E. 2008. An Introduction to LEAN. *Continuing Education Topics & Issues*. Vol. 8, No 344, 120-125.

Buchan, B.W. & Ledebor, N.A. 2014. Emerging Technologies for Clinical Microbiology Laboratory. *Clinical Microbiology Reviews*. Vol. 27, No 4, 783-822.

Campos, J. 2012. Lean lab in action. *Medical Laboratory Observer*. Vol. 44, No 3, 26-29.

Cantón, R. 2005. Role of the microbiology laboratory in infectious disease surveillance, alert and response. *Clinical Microbiology Infection* 2005. Vol. 11, No 1, 2-8.

Carlson, P. & Koskela, M. 2011a. Bakteriologian perustekniikat. Duodecim oppiportti. Viitattu 10.1.2018. <http://www.oppiporrti.fi>.

Carlson, P. & Koskela, M. 2011b. Näytteen prosessointi bakteerilaboratoriossa. Duodecim oppiportti. Viitattu 10.1.2018. <http://www.oppiporrti.fi>.

Chow, D.; Smith, S. & Henwick, S. 2009. Applying LEAN management to automation. *Medical Laboratory Observer*. Vol. 41, No 10, 36-38.

Coons, J. & Courtois, H. 2009. LEAN lab puts patient safety first. *Medical Laboratory Observer*. Vol. 41, No 5, 30-5.

Covill, L. 2015. The LEAN lab: automation, workflow, and efficiency. *Medical Laboratory Observer*. Vol. 47, No 2, 8-12.

Crema, M. & Verbano, C. 2016. Identification and development of Lean and Safety projects. *Safety Science*. Vol. 89, 319-337.

D'Andreanmatteo, A.; Ianni, L. & Lega, F. 2015. Lean in healthcare: A comprehensive review. *Health Policy* 2015; Vol. 119, No 9, 1197-1209.

Espy, M.J.; Uhl, J.R.; Sloan, L.M.; Buckwalter, S.P.; Jones, M.F.; Vetter, J.D.C.; Yao, J.D.C.; Wengenack, N.L.; Rosenblatt, J.E.; Cockerill III, F.R. & Smith, T.F. 2006. Real-Time PCR in Clinical Microbiology: Applications for Routine Laboratory Testing. *Clinical Microbiology Reviews*. Vol. 19, No 1, 165-256.

Fagerudd, O. 2017. Arvovirtakuvaukset prosessien kehittämisessä. Viitattu 4.2.2017. <https://www.arter.fi/arvovirtakuvaukset-prossien-kehittamisessa>.

Garikes, R.W. 2004. Lean lab design. *Medical Laboratory Observer*. Vol. 43, No 7, 30-31.

Gellad, Z.F. & Day, T.E. 2016. What Is Value Stream Mapping, and How Can It Help My Practice? *American Journal of Gastroenterology*. Vol. 111, No 4, 447–448.

Gilligan, P.H. 2012. Molecular Testing for Infectious Diseases Should Be Done in the Clinical Microbiology Laboratory. *Journal of Clinical Microbiology*. Vol. 50, No 6, 1836-1840.

Gleich, S.J.; Nemergut, M.E.; Stans, A.A.; Haile, D.T.; Feigal, S.A.; Heinrich, A.L.; Bosley, C.L. & Tripathi, S. 2016. Improvement in Patient Transfer Process from the Operating Room to the PICU Using a Lean and Six Sigma–Based Quality Improvement Project. *Hospital pediatrics*. Vol. 6, No 8, 483-489.

Heikkilä, A.; Jokinen, P. & Nurmela, T. 2008. Tutkiva kehittäminen – Avaimia tutkimus- ja kehittämishankkeisiin terveysalalla. Helsinki: WSOY.

Heikkilä, R. 2005. Kliininen mikrobiologia tieteenalana. Teoksessa Hellste'n, S. (toim.) 2005. Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Heikkilä, R. & Meurman, O. 2005. Bakteriologia. Teoksessa Hellste'n, S. (toim.) 2005. Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Hellste'n, S. (toim.) 2005. Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2015. Tutki ja kirjoita. 20. paino. Helsinki: Tammi.

Hjerpe, M. 2016. Vähemmän hukkaa, enemmän arvoa – Laboratorion näytteiden lajittelupisteen kehittäminen Lean-filosofialla. YAMK opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.

Jimmerson, C.; Weber, D. & Sobek, D.K. 2005. Reducing waste and errors: piloting lean principles at Intermountain Healthcare. *Joint Commission Journal on Quality and Patient safety*. Vol 31, No 5, 249-257.

Jokiranta, S.; Siikamäki, H. & Meri, S. 2011. Parasitologisen diagnostiikan haasteet. Viitattu 10.1.2018. <http://www.oppiportti.fi>.

Jones, D.T. 2017. The Lean Strategy [esitelmä]. Lean Management-seminaari 5.10.2017. Helsinki.

Joseph, T.P. 2006a. Design a Lean laboratory layout. *Medical Laboratory Observer*. Vol. 38, No 2, 24-31.

Joseph, T.P. 2006b. Design of lean work cells: a lean lab layout (part II). *Medical Laboratory Observer*. Vol. 38, No 8, 24-32.

Karjalainen 2007. Yhdistä ideointityökaluilla luovan ajattelun eri ulottuvuudet – Aivoriihi, ryhmittelykaavio sekä kalanruotokaavio. Viitattu 10.2.2018. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/luova-ajattelu>.

KvantiMOTV 2007. Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkajulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto [ylläpitäjä ja tuottaja]. Viitattu 30.3.2017. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus>.

Laiho, M. 2015. Virtaustehokkuuden lisääminen patologian laboratoriossa – Lean-toimintastrategian implementointi. YAMK opinnäyte-työ. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Laitinen, M. 2004. Laboratoriotointi Suomessa. Teoksessa Penttilä, I. (toim.) *Kliiniset Laboratoriotutkimukset*. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Lappalainen, M.; Vainionpää, R. & Hedman, K. 2011. Diagnostiset menetelmät. *Duodecim oppiportti*. Viitattu 10.1.2018. <http://www.oppiportti.fi>.

Laupland, K.B. & Valiquette, L. 2013. The changing culture of the microbiology laboratory. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*. Vol. 24, No 3, 125-128.

Laurila, H. 2018. Lean-projektijohtaja. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin Kehittämispalvelut-yksikkö. Henkilökohtainen tiedonanto 13.2.2018.

Leaven, L.T. 2015. Improving Hospital Laboratory Performance: Implications for Healthcare Managers. *Hospital Topics*. Vol. 93, No 2, 19–26.

Ledeboer, N.A. & Dallas, S.D. 2014. The Automated Clinical Microbiology Laboratory: Fact or Fantasy? *Journal of Clinical Microbiology*. Vol. 52, No 9, 3140-3146.

Liker, J. 2013. Toyotan tapaan. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Lou, A.H.; Elneaei, M.O.; Sadek, I.; Thompson, S.; Crocker, B.D. & Nassar, B.A. 2017. Multiple pre- and post-analytical lean approaches to the improvement of the laboratory turnaround time in a large core laboratory. *Clinical Biochemistry* 2017. Vol. 50, No 15, 864-869.

Mackay, I.M. 2004. Real-time PCR in the microbiology laboratory. *Clinical Microbiology Infection*. Vol.10, No 3, 190–212.

Mackay, I.M.; Arden, K.E. & Nitsche, A. 2002. Survey and summary: Real-time PCR in virology. *Nucleic Acids Research*. Vol. 30, No 6, 1292-1305.

Martinez, D.A.; Tsalatsanis, A.; Yalcin, A.; Zayas-Castro, J.L. & Djulbegovic, B. 2016. Activating clinical trials: a process improvement approach. *Trials*. Vol. 17, No 106.

Maurer, F.P.; Christner, M.; Hentschke, M. & Holger, R. 2017. Advances in rapid identification and susceptibility testing of bacteria in the clinical microbiology laboratory: implications for patient care and antimicrobial stewardship programs. *Infectious Disease Reports*. Vol. 9, No 1, 18-27.

Melanson, S.E.F.; Goonan, M.M.; Lobo, M.M.; Baum, J.M.; Parades, J.D; Santos, K.S.; Gustafson, M.L. & Tanasijevis, M.J. 2009. Applying lean/Toyota production system principles to improve phlebotomy patient satisfaction and workflow. *American Journal of Clinical Pathology*. Vol. 132, No 6, 914-919.

Meurman, O. 2005. Virologia. Teoksessa Hellste'n, S. (toim.) 2005. Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Mitchell, P.S; Mandrekar, J.N. & Yao, J.D.C. 2014. Adoption of Lean Principles in a High-Volume Molecular Diagnostic Microbiology Laboratory. *Journal of Clinical Microbiology*. Vol. 52, No 7, 2689-2693.

Modig, N. & Åhlström, P. 2016. Tätä on Lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Tukholma: Rheologica publishing.

Mäkijärvi, M. 2013. Lean-menetelmä suomalaisessa terveydenhuollossa -kokemuksia ja haasteita HUS:ssa. Sosiaali- ja terveystieteiden MBA-tutkielma. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Narayanamurthy, G.; Gurumythy, A. & Subramanian, N. 2018. Assessing the readiness to implement lean in healthcare institutions – A case study. *International Journal of Production Economics*. Vol. 197, 123-142.

NCC 2018. Medisiina D. Viitattu 10.3.2018. <https://www.ncc.fi/tyomaat/medisiina-d>.

Nicolaou, V.I. & Borgsdorf, A. 2007. *Clinical Leadership & Management Review*. Vol. 21, No 6.

Novis, D.A. 2008. Reducing Errors in the Clinical Laboratory: A Lean Production System Approach. *Labmedicine*. Vol. 39, No 9, 521-529.

Nowak, M.; Pfaff, H. & Karbach, U. 2017. Does Value Stream Mapping affect the structure, process, and outcome quality in care facilities? A systematic review. *Systematic Reviews*. Vol. 6, No 170.

Nowotarski, P.; Paslawski, J. & Matyja, J. 2016. Improving Construction Processes Using Lean Management Methodologies – Cost Case Study. *Procedia Engineering*. Vol. 161, 1037-1042.

Oberhausen, C. & Plapper, P. 2015. Value Stream Management in the “Lean Manufacturing Laboratory”. *Procedia CIRP*. Vol. 32, 144-149.

Panneman, T. 2017. Lean Transformations. Viitattu 6.2.2018: <http://www.panview.nl/en/lean-production/lean-transformations-tpanneman-summary>.

Pastila, S. 2005. Infektiotaudit. Teoksessa Hellste'n, S. (toim.) 2005. Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Pribble, J. & Novak, S. 2014. Practical Approaches to Lean in the Clinical Microbiology Laboratory. [esitelmä]. Southwestern Association of Clinical Microbiology, full day workshop 3.9.2014. Dallas.

Radnor, Z.J.; Holweg, M. & Waring, J. 2012. Lean in healthcare: The unfilled promise? *Social Science & Medicine*. Vol. 74, 364-371.

Ratcliff, R.M.; Chang, G.; Kok, T. & Sloots, T.P. 2007. Molecular Diagnosis of Medical Viruses. *Current Issues in Molecular Biology*. Vol. 9, No 2, 87–102.

Ray, D. 2011. LEAN labs use work cells, auto data capture for more efficient workflow. *Medical Laboratory Observer*. Vol. 43, No 8, 24.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkojulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. Viitattu 31.3.2017. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus>.

Samuel, L. & Novak-Weekley, S. 2014. *Journal of Clinical Microbiology*. Vol. 52, No 6, 1812-1817.

Schrader, C.; Schielke, A.; Ellerbroek, L. & John, R. 2012. PCR inhibitors – occurrence, properties and removal. *Journal of Applied Microbiology*. Vol. 113, 1014-1026.

Sisson, J. & Elshennawy, A. 2014. Achieving success with Lean An analysis of key factors in Lean transformation at Toyota and beyond. *International Journal of Lean Six Sigma*. Vol. 6, No 3, 263 – 280.

Stoiljković, V.; Trajković, J. & Stoilković, B. 2011. Lean Six Sigma Sample Analysis Process in Microbiology Laboratory. *Journal of Medical Biochemistry*. Vol. 30, 346-53.

Stover, T. 2015. Using LEAN to Improve Patient Service Center Wait Times. *Clinical Leadership & Management Review*. Vol. 25, No 2, 16-19.

Suhonen, S. 2017. Kehittämispäällikkö. Tyks-Sapa liikelaitos. Henkilökohtainen tiedonanto 13.9.2017.

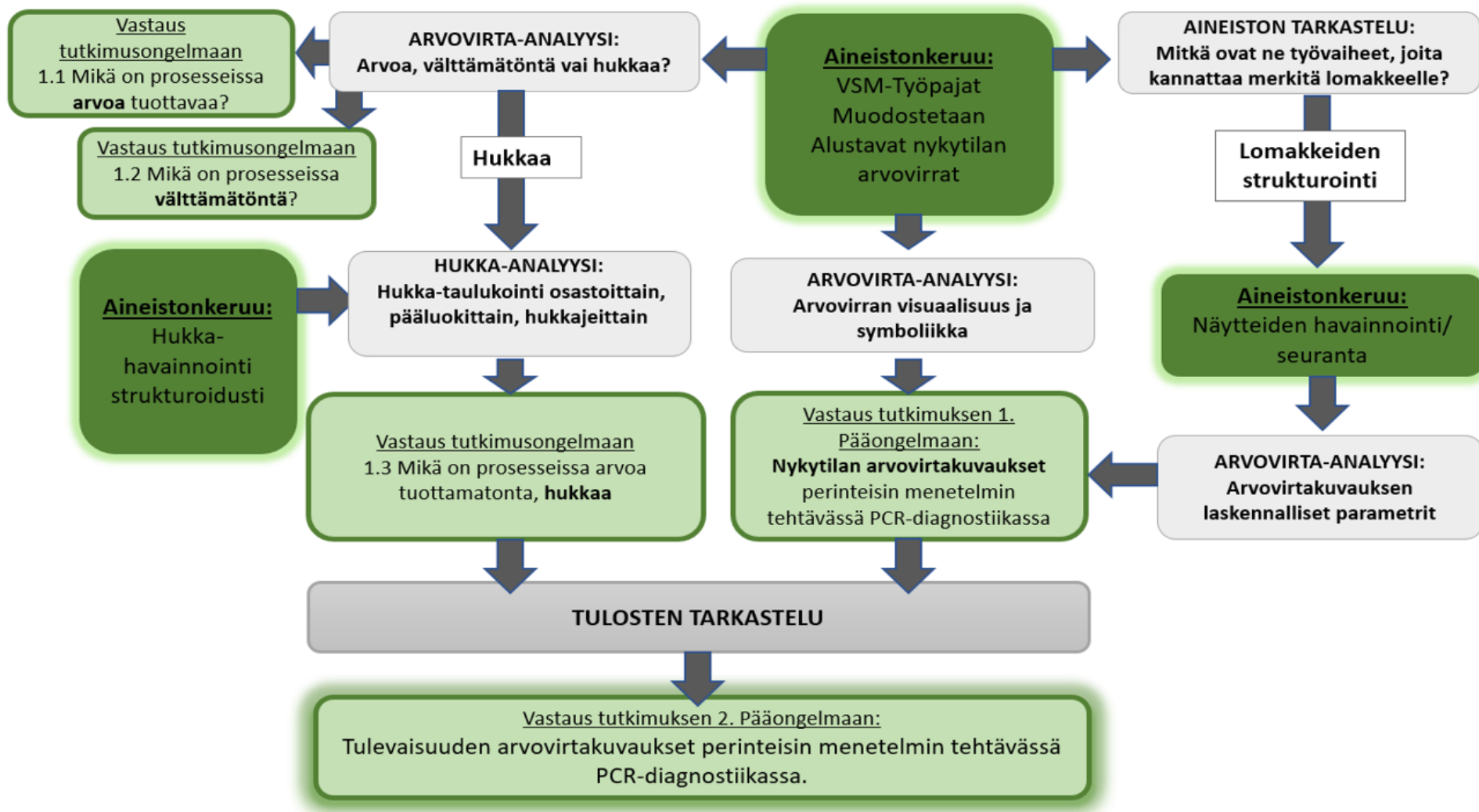
Suneja, A. & Suneja, C. 2017. Lean ja terveydenhuolto. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

The Karen Martin Group. 2014. Value stream mapping. [esitelmä]. Webinar 18.9.2016. Viitattu 27.2.2018. <https://www.ksmartin.com/webinars>.

The Karen Martin Group. 2016. Lean Leadership part 3 of 3. [esitelmä]. Webinar 9.8.2016. Viitattu 20.2.2018. <https://www.ksmartin.com/webinars>.

- Thomson, R.B.; Wilson, M.L. & Weinstein, M.P. 2010. The Clinical Microbiology Laboratory Director in the United States Hospital Setting. *Journal of Clinical Microbiology*. Vol. 48 No 10. 3465-3469.
- Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Talentum Pro.
- Toussaint, J. 2017. Management on the Mend [esitelmä]. Lean Management-seminaari 5.10.2017. Helsinki.
- Tuominen, K. 2010a. Lean käytännössä. Juva: WS Bookwell Oy.
- Tuominen, K. 2010b. Lean -kohti täydellisyyttä. Juva: WS Bookwell Oy.
- Turku CRC 2018. Turun kliininen tutkimuskeskus 2018. Viitattu 4.1.2018. <http://www.turkucrc.fi>.
- Vilkkä, H. 2007. Tutki ja havainnoi. Vaajakoski: Gummerus Kirjapaino Oy.
- VSSH 2016. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 2016. Viitattu 22.11.2016 <http://www.vsshp.fi/fi/sairaanhoito-piiri/johtaminen-ja-organisaatio/Sivut/default.aspx>.
- VSSH 2017. Varsinais-Suomen Sairaanhoitopiiri 2017. Viitattu 22.1.2017. <http://www.vsshp.fi/fi/sairaanhoitopiiri/johtaminen-ja-organisaatio/Sivut/default.aspx>.
- VSSH 2018a. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Tutkimusohjekirja. Viitattu 4.1.2018. <http://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS>.
- VSSH 2018b. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Turun yliopistollinen keskussairaala. Viitattu 4.1.2018. <http://www.vsshp.fi/fi/toimipaikat/tyks/Sivut/default.aspx>.
- VSSH 2018c. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Sairaanhoidolliset palvelut. Viitattu 4.1.2018. <http://www.vsshp.fi/fi/toimipaikat/tyks-sapa/Sivut/default.aspx>.
- VSSH 2018d. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri.Organisaatiokaavio. Viitattu 12.3.2018. <http://www.vsshp.fi/fi/sairaanhoitopiiri/johtaminen-ja-organisaatio/Sivut/organisaatiokaavio.aspx>.
- Väisänen, J. 2013. VSM (Value Stream Mapping) – Arvovirtakuvaus. Viitattu 10.2.2018. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-mapping-arvovirtakuvaus>.
- White, B.A.; Baron, J.M.; Dighe, A.S.; Camargo, C.A. & Brown, D.F.M. 2015. Applying Lean Methodologies Reduces Emergency Department Laboratory Turnaround Times. *American College of Emergency Medicine*. Vol. 33, No 11, 1572–1576.
- Womack, J.P. & Jones, D.T. 1996. Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection. *Harvard Business Review*. Vol. 74, No 5, 9-10.
- Yusof, M.M.; Khodambashi, S. & Mokhtar, A.M. 2012. Evaluation of the clinical process in a critical care information system using the Lean method: a case study. *Medical Informatics & Decision Making*. Vol. 12, No 150, 1-14.
- Yerian, L.M.; Seestadt, J.A.; Gomez, E.R. & Marchant, K.K. 2012. A Collaborative Approach to Lean Laboratory Workstation - Design Reduces Wasted Technologist Travel. *American Society for Clinical Pathology*. Vol.138, 273-280.
- Zito, J.S. & Stewart, D.A. 2008. LEAN deploys at Centrex Clinical Labs. *Medical Laboratory Observer*. Vol. 40, No 3, 32-34.

Tutkimuksellisen osuuden eteneminen kehittämisprojektissa



Strukturoitu näytteiden havainnointilomake

Tiina Mäkilä 15.4.17; muokattu 31.10.17

Näytteen tutkimuspyyntö _____

Näyte-nro (ATK) _____

Vaihe (järjestysnro)	Laboratoriotyövaihe (Arvovirtakuvauksen mukaisessa järjestyksessä)	Näytteiden määrä yhteensä	Työvaiheen aloitusaika		Työvaiheen lopetusaika		Vaiheen lisäkuvaus (tarvittaessa)	Poikkeama tai muu erityishuomio (esim. pyyntö puuttuu, vaiheeseen tarvitaan 2 henkilöä ym.)
			pvm 2017 pp/kk	Klo:n aika hh:mm	pvm 2017 pp/kk	Klo:n aika hh:mm		
1.	Näyte saapuu näytteen vastaanottoon.		/	:				
2.	Näyte saapuu PCR-laboratorioon.		/	:				
	Näytteen kirjaus ATK:lle. (Samba)		/	:	/	:		
	Näytteen esikäsittely ja lyysaus		/	:	/	:		
	EasyMag-eristys		/	:	/	:		
	Työlistan teko		/	:	/	:		
	PCR-reagenssien (MIX) teko.		/	:	/	:		
	cDNA-vaihe		/	:	/	:		
	Templaatin lisäys.		/	:	/	:		
	PCR-ajo.		/	:	/	:		
	Tulosten analysointi.		/	:	/	:		

Näyte-nro (ATK)_____

Vaihe (järjestysnro)	Laboratoriotyövaihe (Arvovirtakuvauksen mukaisessa järjestyksessä)	Näytteiden määrä yhteensä	Työvaiheen aloitusaika		Työvaiheen lopetusaika		Vaiheen lisäkuvaus (tarvittaessa)	Poikkeama tai muu erityishuomio (esim. pyyntö puuttuu, vaiheeseen tarvitaan 2 henkilöä ym.)
			pvm 2017 pp/kk	Klo:n aika hh:mm	pvm 2017 pp/kk	Klo:n aika hh:mm		
	Tulosten syöttö ATK:lle. (Samba)		/	:	/	:		
	Tulokset vastattu.		/	:	/	:		
	Näytteiden arkistointi.		/	:	/	:		
	Vastausten arkistointi.		/	:	/	:		
			/	:	/	:		
			/	:	/	:		
			/	:	/	:		
			/	:	/	:		
			/	:	/	:		
			/	:	/	:		

Strukturoidun havainnointilomakkeen täyttöohje

Strukturoidulle näytteiden havainnointilomakkeelle merkitään havainnoinnin kohteena olevan näytteen jokaisen työvaiheen käsittelyyn kulunut aika minuuttien tarkkuudella. Tarkoituksena on kerätä viisi (N=5) havainnointikertaa jokaisesta tutkimuksesta.

Tätä lomaketta tullaan täydentämään tutkimuksen arvovirtakuvausten perusteella ennen havainnoinnin aloitusta. Lomakkeeseen tullaan täydentämään valmiiksi **Näytteen tutkimuspyyntö** (*ResVirNhO*, *EnRiRSVNhO*, *ResBaktNhO*, *PncaNhO*), sekä **Laboratoriotyövaiheet** laaditun arvovirtakuvauksen perusteella.

Täyttöohje havainnoitsijalle:

Näyte-nro (ATK): Merkitse tähän näytteen ATK-tunnistenumero, kun olet kirjannut näytteen Sambaan.

Vaihe (järjestys nro): Merkitse tähän järjestysnumerolla, kuinka mones prosessin työvaihe on kyseessä.

Laboratoriotyövaihe: Työvaiheet on pääsääntöisesti merkitty lomakkeeseen valmiiksi arvovirtakartoituksen perusteella. Jos tekemäsi työvaihe ei ole lomakkeella, merkitse se tähän kohtaan. Kuvaile tarkemmin vaihetta lomakkeen kohtaan "Vaiheen lisäkuvaus".

Näytteiden määrä yhteensä: Merkitse tähän, miten monta näytettä työvaiheen sarjassa on yhteensä.

Työvaiheen aloitusaika, pvm: Merkitse tähän päivä/kuukausi (esim. 20/7), jolloin työvaiheen suoritus alkaa.

Työvaiheen aloitusaika, Klo:n aika: Merkitse tähän kellonaika minuuttien tarkkuudella hh:mm (esim. 08:45), jolloin työvaiheen suoritus alkaa.

Työvaiheen lopetusaika, pvm: Merkitse tähän päivä/kuukausi (esim. 20/7), jolloin työvaiheen suoritus loppuu.

Työvaiheen lopetusaika, Klo:n aika: Merkitse tähän kellonaika minuuttien tarkkuudella hh:mm (esim. 08:50) jolloin työvaiheen suoritus loppuu.

Vaiheen lisäkuvaus (tarvittaessa): Tarkenna, jos työvaihetta ei arvovirtakuvausten perusteella ole lomakkeessa valmiiksi.

Poikkeama tai muu erityishuomio: esim. näytteen pyyntö puuttuu, laitteeseen pitää lisätä reagensseja/tyhjentää jättestä, tarvikkeita haettu lisää kesken työvaiheen suorittamisen tms. Merkitse myös henkilömäärä, jos työvaihe on sellainen, että sen suorittamiseen tarvitaan useampi kuin 1 henkilö.

Strukturoidun havainnointilomakkeen muodostamisessa käytetyt lähteet:

Covill, L. 2015. The LEAN lab: automation, workflow, and efficiency. Medical Laboratory Observer: Vol.47, No.2, 8-12.

Hjerppe, M. 2016. Vähemmän hukkaa, enemmän arvoa – Laboratorion näytteiden lajittelupisteen kehittäminen Lean-filosofialla. YAMK opinnäyte-työ. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.

Joseph, T.P. 2006a. Design a Lean laboratory layout. Medical Laboratory Observer: Vol.38, No.2, 24-31.

Laiho, M. 2015. Virtaustehokkuuden lisääminen patologian laboratoriossa – Lean-toimintastrategian implementointi. YAMK opinnäyte-työ. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Stoiljković, V.; Trajković, J. & Stoiljković, B. 2011. Lean Six Sigma Sample Analysis Process in Microbiology Laboratory. Journal of Medical Biochemistry: Vol.30, 346-53.

Hukka tunnistuslomake

16.4.17 Tiina Mäkilä

Havainnoinnin ajankohta _____

Havainnointipaikka (osasto ja huone) _____

Havainnoitsija _____

PCR-prosessin vaiheen kuvaus:

HUKKATEEMAT:**1. YLITUOTANTO**

Tuotetaan jotain tarpeetonta, enemmän kuin tarpeen tai aikaisemmin kuin on tarpeen.
Ylituotanto sitoo tarpeettomasti henkilöresursseja sekä lisää varastoinnin tarvetta.

2. TARPEETON VARASTOINTI

Varastoidaan raakamateriaalia (reagensseja) tai keskeneräisiä näytteitä. Näytteiden varastointi myöhempää testausta varten.

3. ODOTTAMINEN

Työntekijä odottaa laitteen suoritusta tai laite henkilön suoritusta. Odottamista syntyy, kun seuraava vaihe ei ole valmis, pitää odottaa kuljetusta tai määrättyä henkilöä paikalle.

4. MATERIAALIN SIIRTO

Näytteiden, reagenssien, välineiden, materiaalien tms. liikuttelu työpisteelle tai sieltä pois. Keskeneräisen työn siirtäminen prosessista toiseen. Valmiin työn/näytteen/tuloksen siirtely.

5. YLIMÄÄRÄINEN PROSESSOINTI

Kaikki ylimääräinen työ ja työvaiheet, jotka eivät jalosta virtausyksikköä, ns. merkityksetön toiminta. Myös kaikki työvaiheet, jotka tehdään "paremmin", kuin on tarpeen.

6. TARPEETON LIIKE

Suorittavan henkilön kaikki turhat työliikkeet, kurottelut ja askeleet, jotka voitaisiin välttää työjärjestelyillä.

3. VIRHEET

Hukka, joka syntyy virheistä, niiden tarkastamisesta, lajittelusta, korjaamisesta, pois heittämisestä.



Hukka-vaiheiden tunnistaminen:

Tunnistetaan arvoa tuova työ, kaikki muu on hukkaa. (Tuominen 2010, 86). Arvoa tuottavia toimintoja ovat kaikki ne vaiheet, jolloin virtausyksikölle (näytteelle) tapahtuu jotain ja kun se jalostuu, eli etenee prosessissa (Modig & Åhlström 2016, 23.)

Hukka-teemojen muodostamisessa käytetty seuraavia lähteitä:

Blecker-Shelly, D. & Mortenson, J.E. 2008. An Introduction to LEAN. Continuing Education Topics & Issues: Vol.8, No.344, 120-125.

Garikes, R.W. 2004. Lean lab design. Medical Laboratory Observer: Vol.43, No.7, 30-31.

Joseph, T.P. 2006a. Design a Lean laboratory layout. Medical Laboratory Observer: Vol.38, No.2, 24-31.

Joseph, T.P. 2006b. Design of lean work cells: a lean lab layout (part II). Medical Laboratory Observer: Vol.38, No.8, 24-32.

Liker, J. 2013. Toyotan tapaan. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Modig, N. & Åhlström, P. 2016. Tätä on Lean. Halmstad: Bulls graphics ab.

Nicolaou, V.I. & Borgsdorf, A. 2007. Clinical Leadership & Management Review: Vol.21, No6.

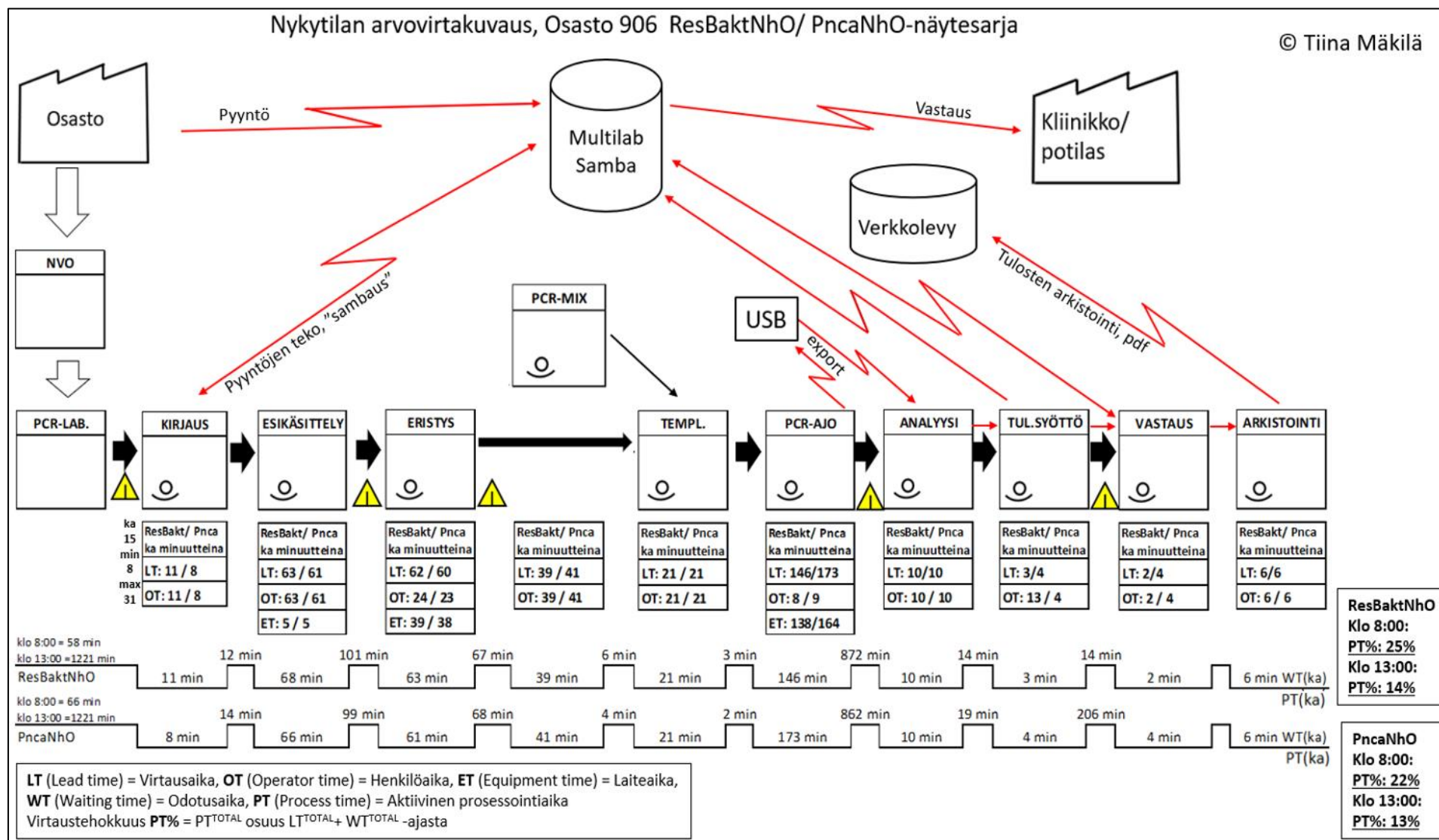
Ray, D. 2011. LEAN labs use work cells, auto data capture for more efficient workflow. Medical Laboratory Observer: Vol.43, No.8, 24.

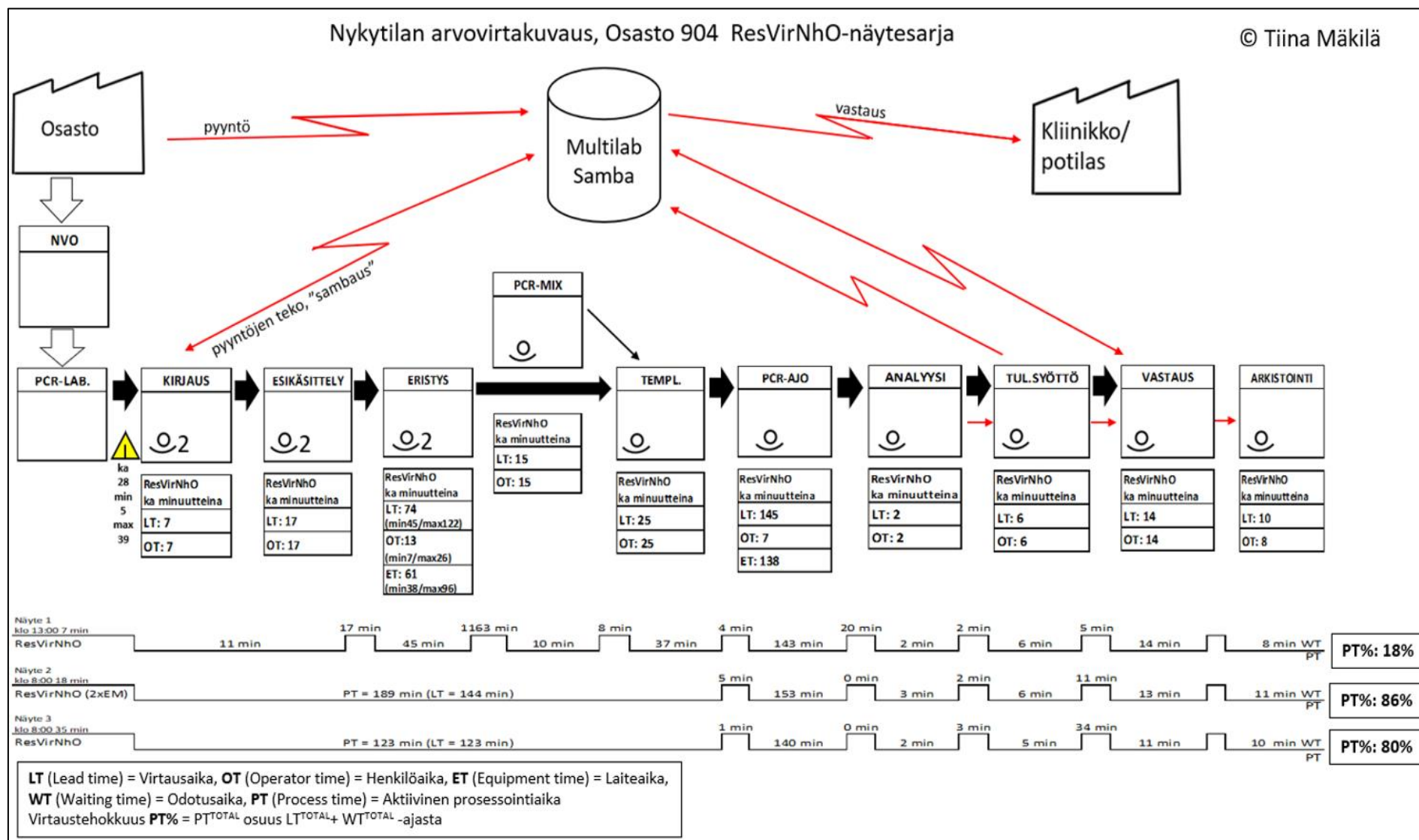
Stoiljković, V.; Trajković, J. & Stoiljković, B. 2011. Lean Six Sigma Sample Analysis Process in Microbiology Laboratory. Journal of Medical Biochemistry: Vol.30, 346-53.

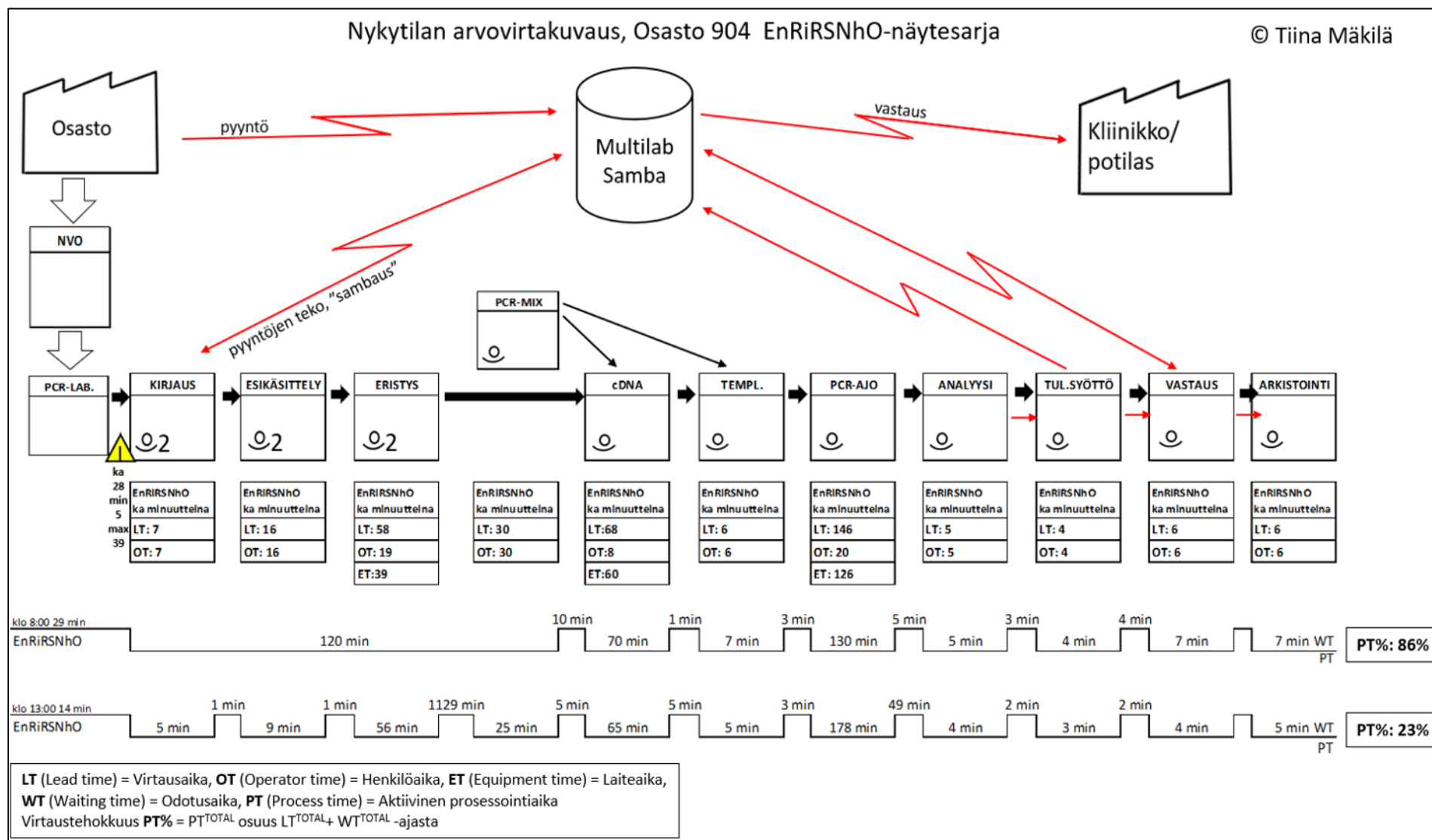
Tuominen, K. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. Juva: WS Bookwell Oy.

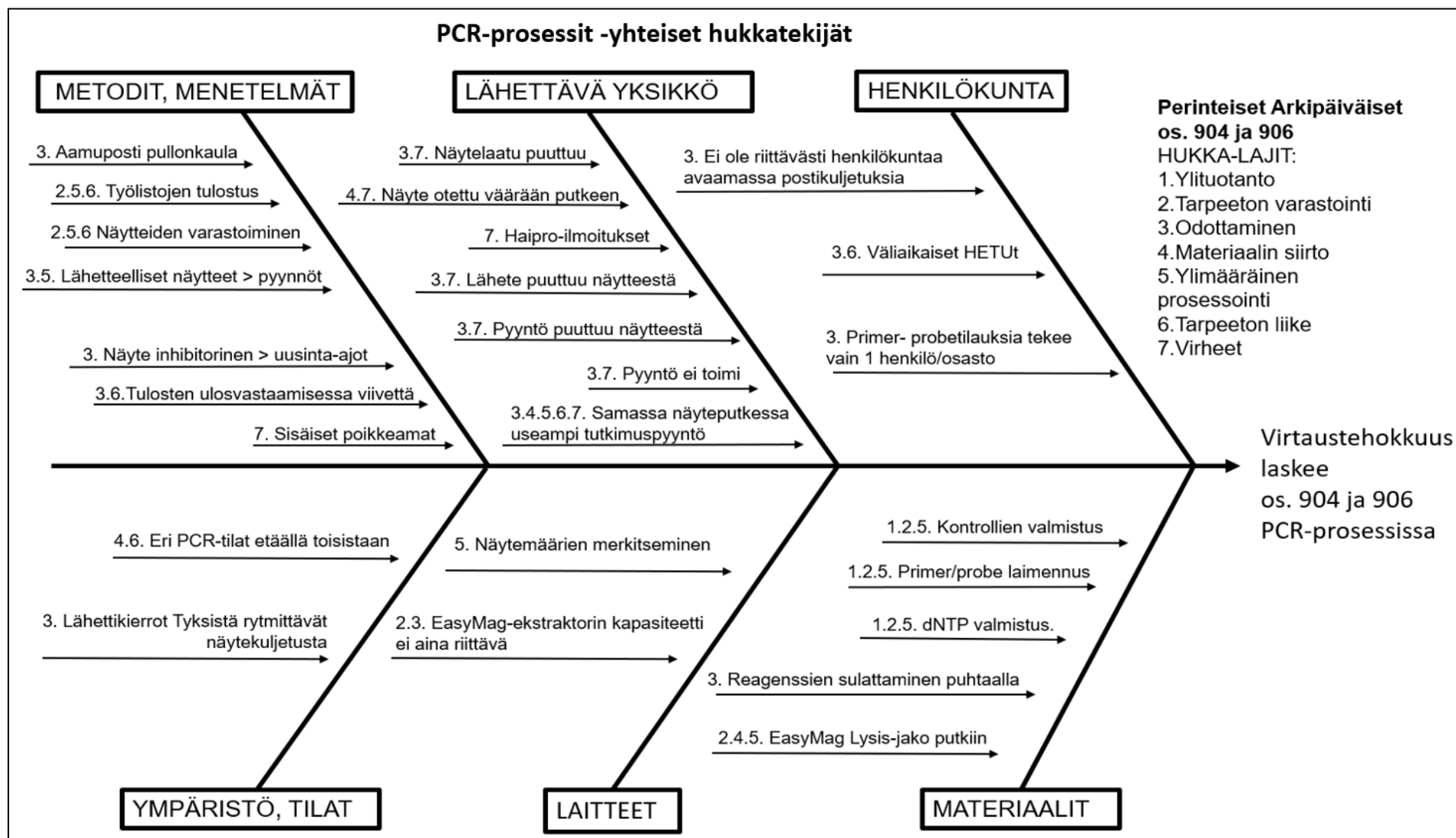
Yerian, L.M.; Seestadt, J.A.; Gomez, E.R. & Marchant, K.K. 2012. A Collaborative Approach to Lean Laboratory Workstation - Design Reduces Wasted Technologist Travel. American Society for Clinical Pathology: Vol.138, 273-280.

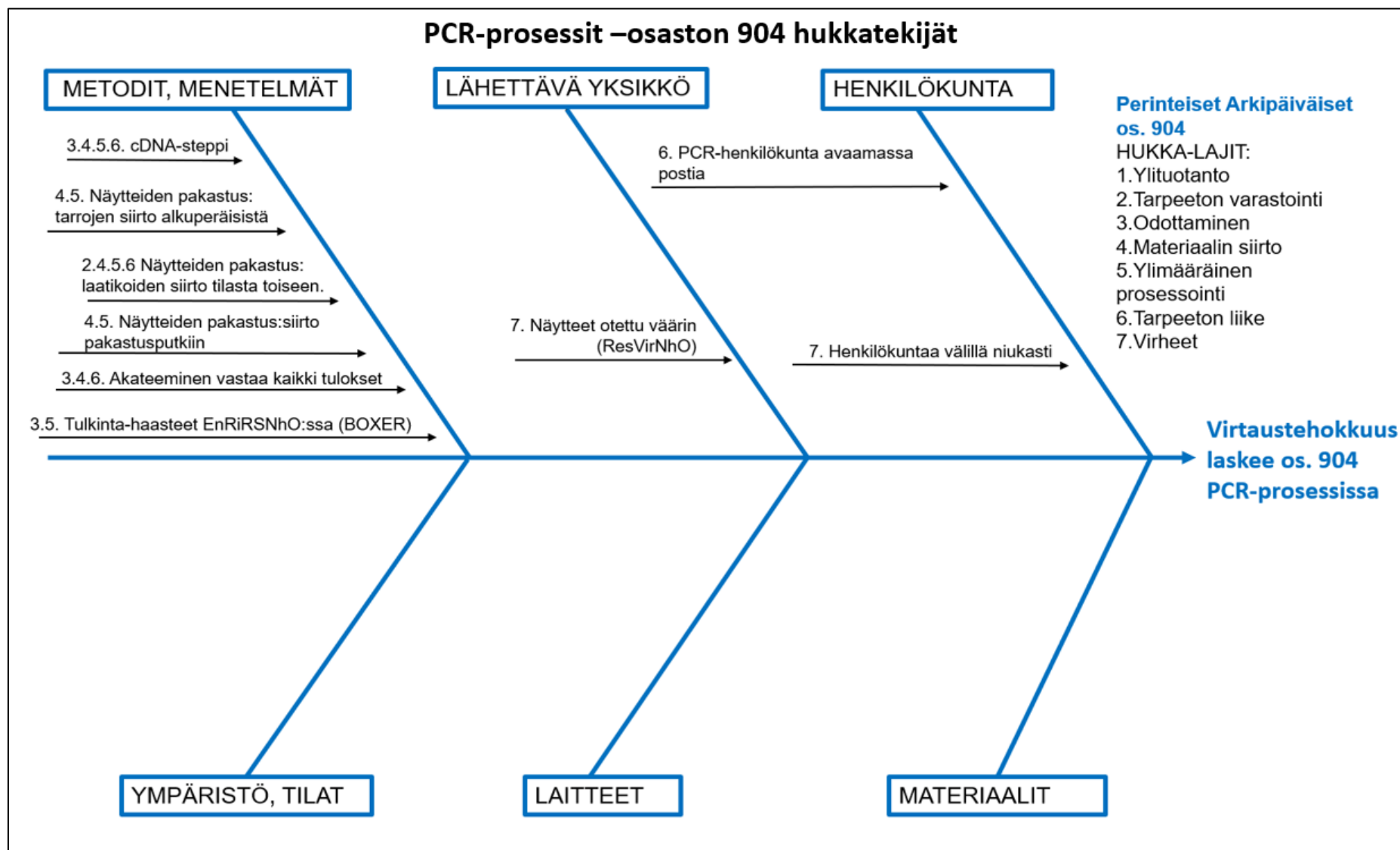
Tuominen, K. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. Juva: WS Bookwell Oy.

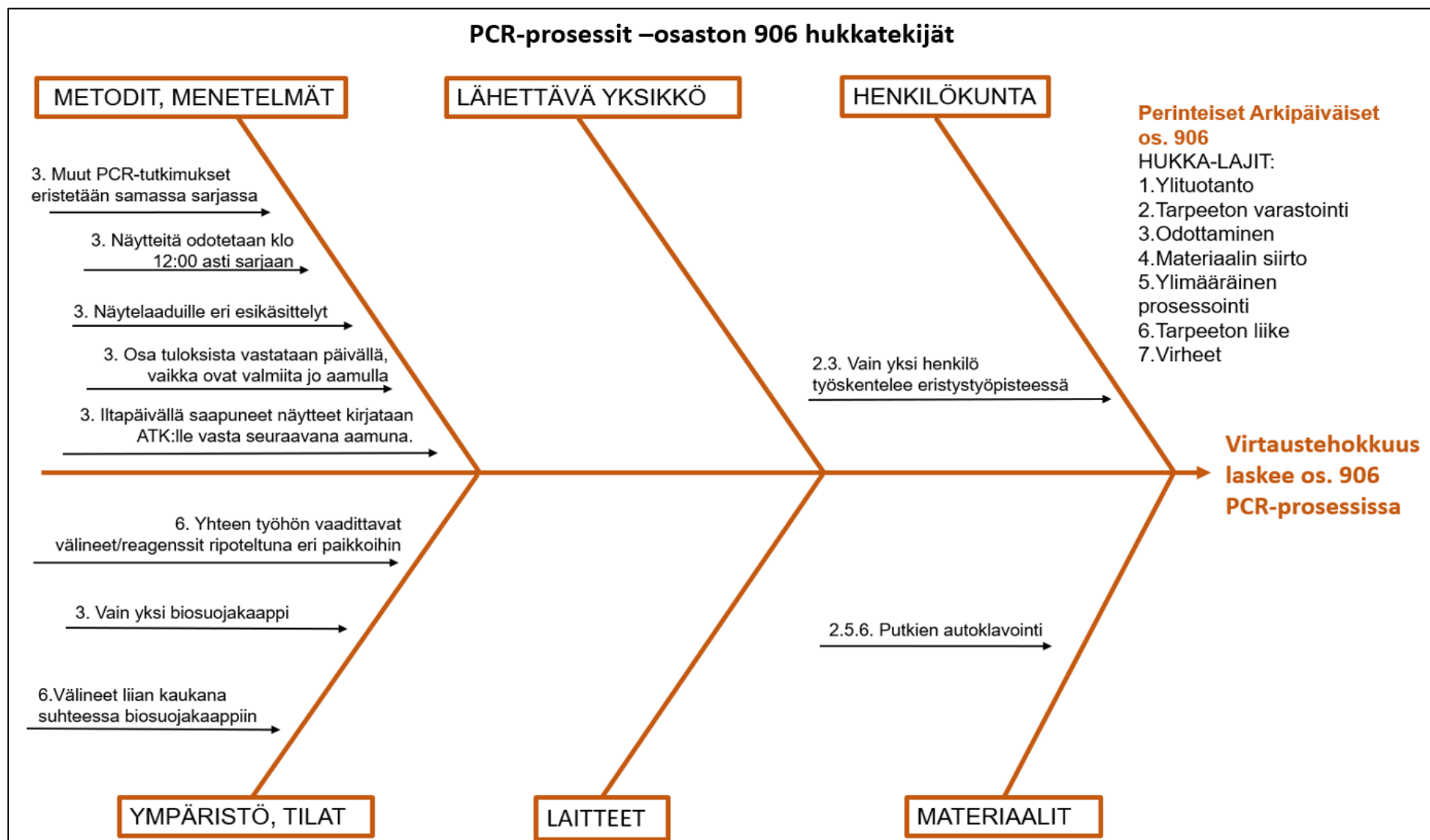


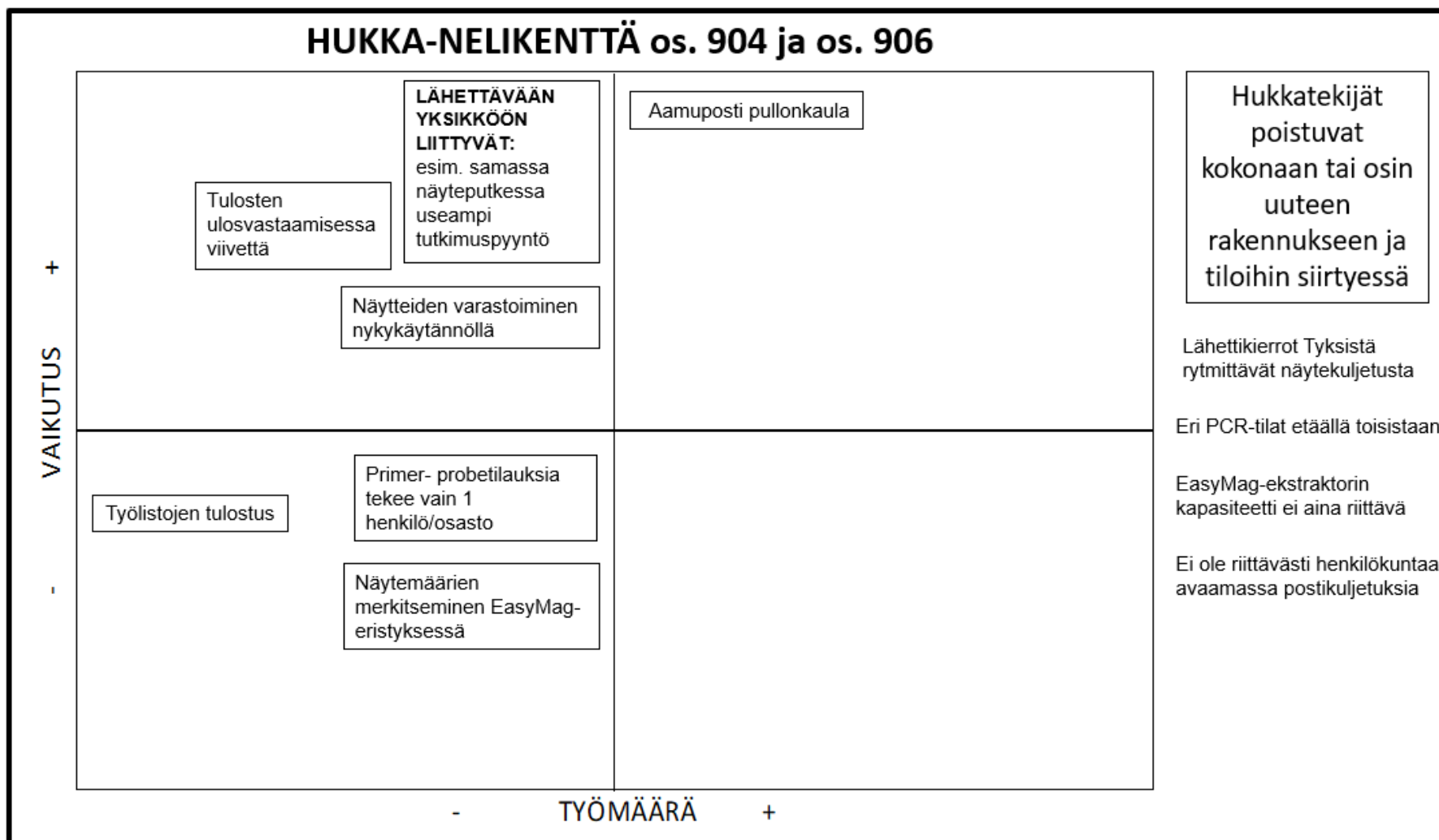


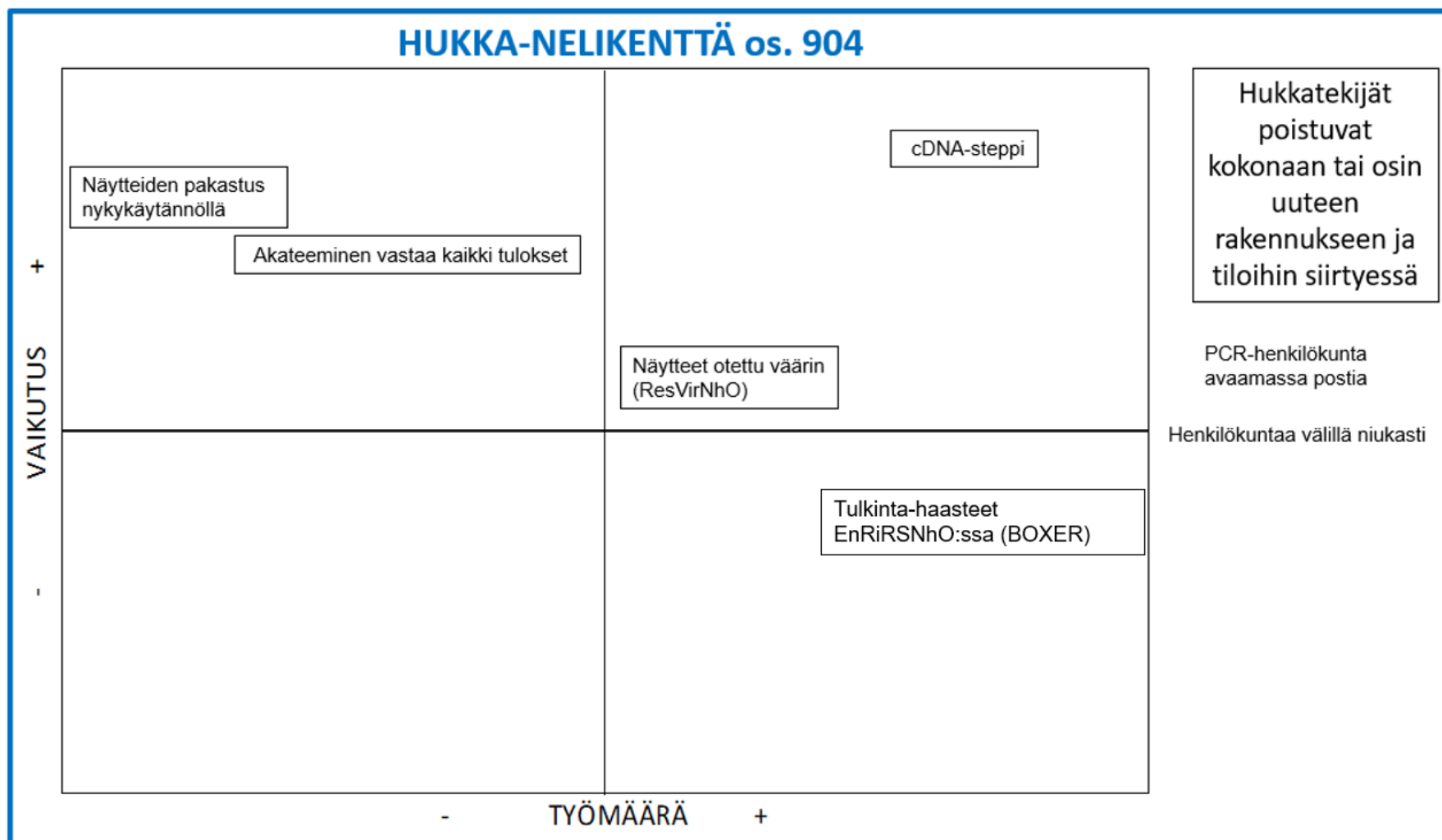




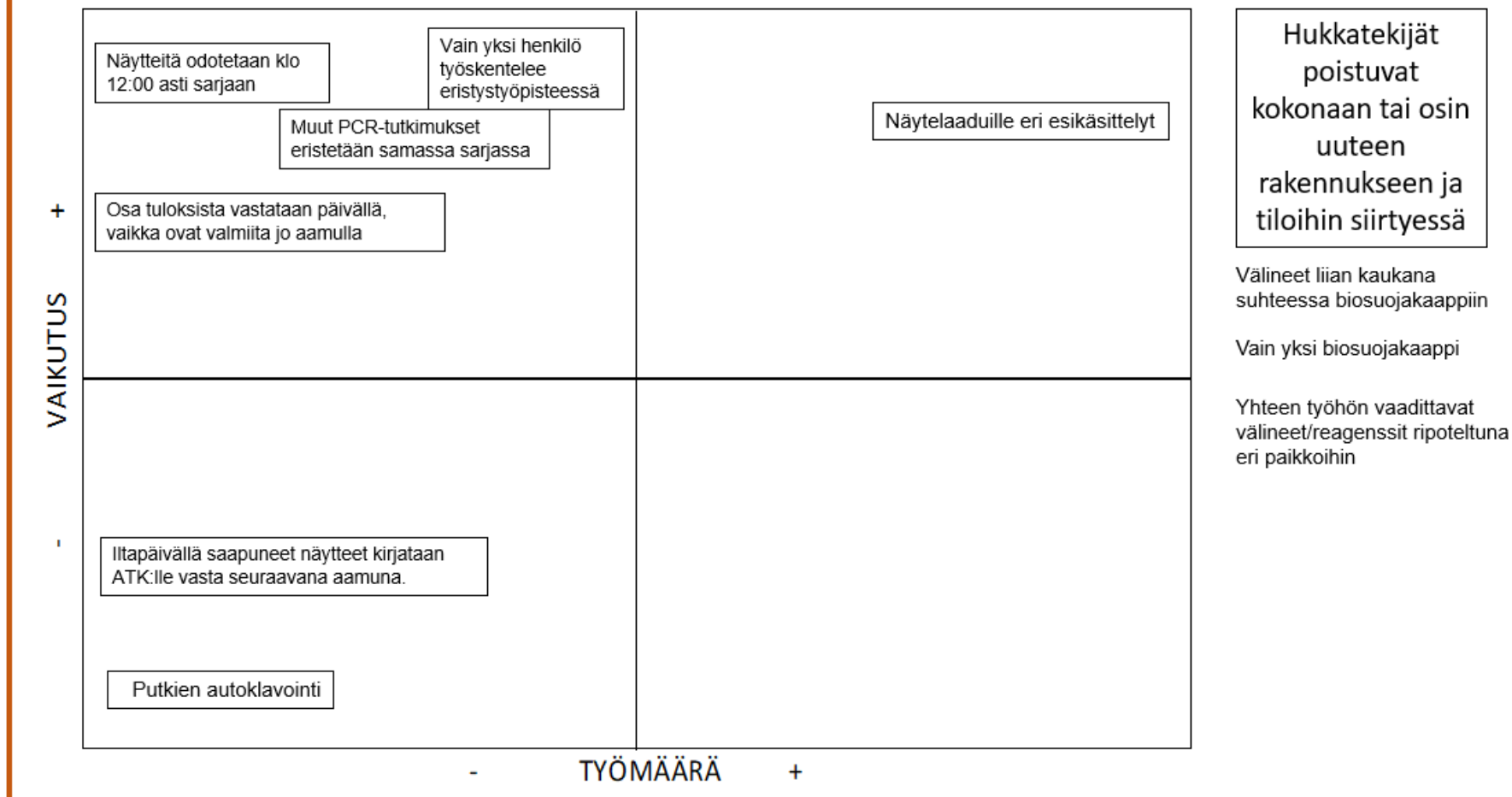








HUKKA-NELIKENTTÄ os. 906



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU**Ylempi ammattikorkeakoulututkinto/Terhy****TUTKIMUSTIEDOTE**

Tyks MBG:n mikrobiologisten PCR-prosessien Lean-arvovirtakuvaukset- Tutkimus on osa Turun ammattikorkeakoulun ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyötä, joka liittyy Tyks Mikrobiologia ja genetiikan Medisiina D:n toiminnansuunnitteluun. Tutkimuksen tarkoituksena on tunnistaa PCR-diagnostiikan nykyprosessien epäkohtia (= hukkaa tuottavia työvaiheita) sekä osoittaa ajallisesti suurimmat hukat. Tarkoituksena on parantaa tutkimusten virtaustehokkuutta.

Aineistonkeruun tavoitteena on määrittää arvovirtakuvaukset ja niissä tapahtuvaa hukkaa sekä täydentää ja tarkentaa aikamäärein nykytilan PCR-diagnostiikan prosesseissa tapahtuvaa arvoa tuottavaa, arvoa tuottamatonta ja hukkaa tuottavaa toimintaa.

Tutkimuksen aineistonkeruu tullaan toteuttamaan arvovirtatyöpajoilla sekä tarkkailevalla havainnoinnilla ennalta jäsennellysti kesä- marraskuussa 2017. Aineistonkeruuvälineinä havainnoinnissa käytetään strukturoitua näytteiden havainnointilomaketta ja hukka-tunnistuslomaketta. Aineistonkeruuseen osallistuvat tutkija sekä PCR-diagnostiikassa työskentelevät henkilöt. Osallistuminen aineistonkeruuseen on vapaaehtoista.

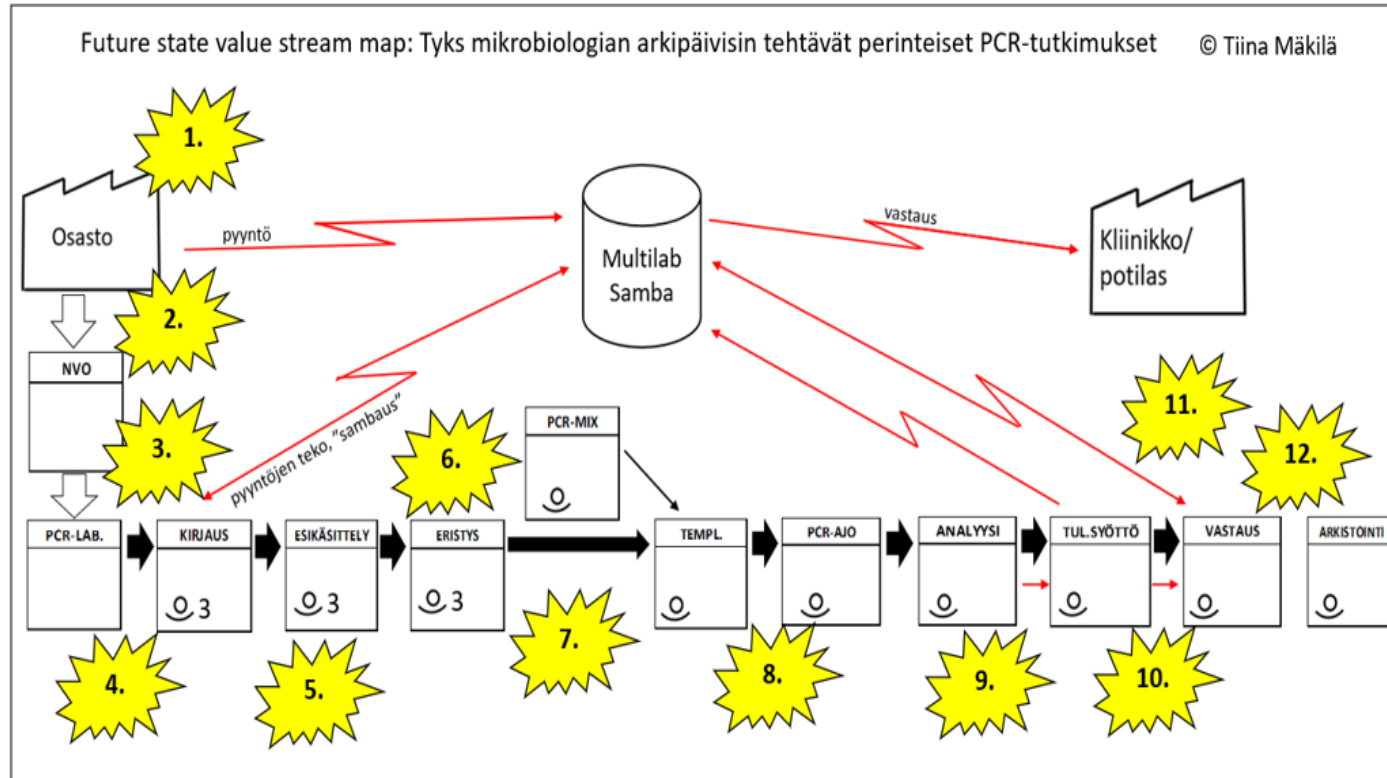
Aineistoa tullaan hyödyntämään *Medisiina D:n mikrobiologisten PCR-prosessien yhteensovittaminen Lean-filosofiaa hyödyntäen*-opinnäytetyössä. Tutkimukselle on saatu lupa Turku CRC:ltä keväällä 2017.

Tutkimuksesta saa lisätietoja

Tiina Mäkilä

Bioanalyttikko, yamk-opiskelija

Sosiaali- ja terveysalan kehittämisen ja johtamisen koulutusohjelma



Korjaustoimenpiteet / kehittämissuhteet
virtaustehokkuuden lisäämiseksi:

- 1) Näytteenotto-ohjeistusten tarkentaminen.
- 2) Kiireenäytteet osastoilta putkipostilla PCR-laboratorioon.
- 3) Näytteiden jatkuva kirjaaminen ja Nh-eristys.
- 4) Eri näytelaatujen esikäsittelyt eri biosuojakaapeissa.
- 5) Henkilöstön työskentely useassa työvaiheessa.
- 6) ATK-työlistojen tulostus vain tarvittaessa.
- 7) Odotusaika=0 pyrkimys näytteiden saapumisesta PCR-ajon käynnistämiseen.
- 8) PCR-ajot respiratorisissa tutkimuksissa myös yön yli.
- 9) Analyysi-raporttien suora tulostaminen.
- 10) Laboratorio-henkilöstön vastaamisoikeuksien lisääminen.
- 11) Toimintamallin luominen: vastaaminen ilman viivettä.
- 12) Näytteiden lyhytaikainen varastointi.

TAVOITTEET		
Prosessointiajat: PT ^{TOTAL} : 270 (4h 30min) PT ^{TOTAL} (sis. cDNA): 330 (5h 30min)		
Klo 8:00 saapuvat arkipäivisin tehtävät tutkimukset: <u>IR-TAT-läpimenoaika:</u> 330min (5h30min) <u>Virtaustehokkuus:</u> PT% ≥ 80%	Klo 13:00 saapuvat heti analysoitavat tutkimukset: <u>IR-TAT-läpimenoaika:</u> 1140min (19h) <u>Virtaustehokkuus:</u> PT% ≥ 24%	Klo 13:00 saapuvat ei-kiireelliset tutkimukset: <u>IR-TAT-läpimenoaika:</u> 1470min (24h30min) <u>Virtaustehokkuus:</u> PT% ≥ 18%

Toteutus

Muutos suhteessa nykytilaan							
ResBaktNhO		PncaNhO		ResVirNhO		EnRiRSNhO	
Klo 8:00 saapuvat	Klo 13:00 saapuvat	Klo 8:00 saapuvat	Klo 13:00 saapuvat	Klo 8:00 saapuvat	Klo 13:00 saapuvat	Klo 8:00 saapuvat	Klo 13:00 saapuvat
IR-TAT-läpimenoaika laskee	IR-TAT-läpimenoaika laskee	IR-TAT-läpimenoaika laskee	IR-TAT-läpimenoaika laskee	IR-TAT-läpimenoaika laskee	IR-TAT-läpimenoaika laskee	IR-TAT-läpimenoaika laskee	IR-TAT-läpimenoaika laskee
18h36min = 77%	24h33min = 56%	21h59min = 80%	22h22min = 48%	9min = 3%	4h46min = 20%	39min = 11%	1h40min = 6%
Virtaustehokkuus PT%	Virtaustehokkuus PT%	Virtaustehokkuus PT%	Virtaustehokkuus PT%	Virtaustehokkuus PT%	Virtaustehokkuus PT%	Virtaustehokkuus PT%	Virtaustehokkuus PT%
nousee 55%	nousee 10%	nousee 58%	nousee 5%	nousee 0%	nousee 6%	nousee 0%	nousee 1%

Implementointisuunnitelma, vaiheet 1-2.						
VAIHE		Yhtenäisen prosessin käyttöönottoon liittyvä kehittämis ehdotus	Tarkennus	Aikataulu	Selvitys- /Projektiryhmä, jos tarvetta	Vastuuhenkilö
Henkilöstön perehdytys	1.	Henkilöstön perehdyttäminen teoriatasolla yhtenäisiin prosesseihin.	Implementointisuunnitelman, hukka-syy-seurauskuvioiden sekä nykytilan ja tulevaisuuden arvovirtakuvauksien läpikäynti henkilöstön kanssa.			
	1.	Toimintatapojen yhtenäistäminen.	Nykyisten osastojen eriävien toimintatapojen esittely taulukkomuodossa ja yhteisistä toimintavoista sopiminen. Toimintatavoilla tarkoitetaan erilaisia käytännön toimia, kuten esimerkiksi biosuojakaappien puhdistusta, UV-sädetystä ja työvälineiden puhdistusta.			
	1.	5s-metodiin tutustuminen.	5S-työkalun (Selvitä- Sijoita- Siisti – Standardisoi -Säilytä) käyttöönotolla helpotetaan työvaiheiden suorittamista, vältetään laatuvirheitä ja parannetaan työturvallisuutta. Esitetään sovellus puhtaslaboratorion reagenssisäilytykseen.			
Tarvittavat toimenpiteet	2.	Näytteiden jatkuva kirjaaminen ja Nh-eristys. Odotusaika=0 pyrkimys näytteiden saapumisesta PCR-ajon käynnistämiseen.	Näytteet kirjataan ATK-järjestelmään mahdollisimman nopeasti niiden saavuttua laboratorioon, jotta niiden kulkua voisi seurata sähköisesti. Selvitettävä, minkä kokoisia eristys-sarjoja kannattaa tehdä, jotta toiminta olisi virtaustehokasta ja kustannustehokasta? > Ohjeistuksen laatiminen			
	2.	Näytteiden esikäsittely neljässä biosuojakaapissa.	Selvitettävä: Mitkä näytteet kannattaa ja voidaan esikäsitellä samassa biosuojakaapissa? Mitkä näytteistä/tutkimuksista kannattaa esikäsitellä ja eristää ensimmäisinä? Mitkä näytteistä olisi kannattavaa käsitellä poistoonkytketyssä biosuojakaapissa? > Ohjeistuksen laatiminen			
	2.	Henkilöt työskentelevät useassa työvaiheessa.	Sovittava: Mihin aikaan henkilöt toimivat missäkin ATK-työpisteillä, biosuojakaapeissa, eristyslaitteella, puhtaslaboratorioissa, templaatinlisäystilassa, laitehuoneessa yms. > Suunnitelman laatiminen henkilöiden työpistesijoittelusta			
	2.	Näytteiden lyhytaikainen varastointi.	Selvitetään näytteiden säilytystarve tutkimuksittain sekä Medisiina D:n varastointitila. > Ohjeistuksen laatiminen			

Implementointisuunnitelma, vaiheet 3-5.						
VAIHE		Yhtenäisen prosessin käyttöönottoon liittyvä kehittämis ehdotus	Tarkennus	Aikataulu	Selvitys- /Projektiryhmä, jos tarvetta	Vastuuhenkilö
Tarvittavat toimenpiteet	3.	Näytteenotto-ohjeistusten tarkentaminen	Selvitettävä: Nykyiset näytteenotto-, ja näytteenlähetysohjeet. Kohteet: ohjekirja, näytteenottotarrat, laboratorioiden sisäinen ohjeistus. Mihin PCR-tutkimuksiin voidaan lähettää tutkimuksia samassa putkessa? > Ohjeistuksen yhtenäistäminen ja saattaminen lähettävien yksiköiden käyttöön			
	3.	Kiireenäytteet osastoilta putkipostilla PCR-laboratorioon.	Selvitettävä: Miltä osastoilta olisi tarve lähettää näytteet suoraan PCR-laboratorioon? Mitä käytännön toimia se vaatisi? > Mahdollisen ohjeistuksen laatiminen			
	3.	ATK-työlistojen tulostus vain tarvittaessa.	Selvitettävä missä tutkimuksissa on tärkeää ottaa Samban työlista? Missä riittää analyysiraportti ja missä tapauksissa Samban muistilappu korvaisi työlistan? > Ohjeistuksen laatiminen			
	3.	PCR-ajot respi-tutkimuksissa myös o/n.	Tutkimuksissa, joiden tulokset halutaan kiireellisenä, olisi virtaustehokkuuden kannalta hyvä tehdä ajo myös iltapäivällä. Lisäksi aamulla tehtävän sarjan näytemäärä olisi pienempi ja nopeampi prosessoida.			
	3.	Analyysi-raporttien suora tulostaminen (ei USB).	Ainoastaan analyysiraporttien tulostus suoraan. Arkistointisäädökset eivät vaadi sähköistä tallennusmuotoa.			
	3.	Toimintamallin luominen: vastaaminen ilman viivettä.	Laaditaan selkeä ohjeistus ja toimintakäytännöt, jotta tulokset vastataan varsinaisena asiakkaalle mahdollisimman nopeasti niiden valmistumisesta.			
	3.	Laboratorio-henkilöstön vastaamisoikeuksien lisääminen.	Perehdytetään laboratoriohenkilöstö arvioimaan, kommentoimaan ja vastaamaan niitä tutkimuksia, joista analyysiohjelma tekee tuloksin. Näin vähennetään liikehukkaa ja nopeutetaan prosessia. > Selvitys ko. Tutkimuksista ja perehdytys-suunnitelma.			
4.	Uuden arvovirtakuvauksen mukainen prosessi käytössä kokonaisuudessaan					
5.	Vaikutuksen mittaaminen: 8:00 ja 13:00 saapuneiden ResVirNhO-, ResBaktNhO-, PncanNhO- ja EnRiRSNhO-tutkimusten (n=1) uudelleenhavainnointi seurantalomakkeilla. IR-TAT ja PT%:n johtaminen tuloksista ja vertailu asetettuihin tavoitteisiin.					